Grundlagenwissen



Grundlagen Explosionsschutz







Grundlagen des Explosionsschutzes

Inhalt

Inhalt



Powering business worldwide

Als weltweit agierendes, breit aufgestelltes Unternehmen helfen wir Kunden auf der ganzen Welt in Sachen Energiemanagement für Gebäude, Flugzeuge, Lkws, Pkws, Maschinen und Unternehmen.

Mit den innovativen Technologien von Eaton sind unsere Kunden in der Lage, elektrische, hydraulische und mechanische Energie zuverlässiger, effizienter, sicherer und nachhaltiger einzusetzen.

Vorwort

Vorwort

Diese Informationsschrift soll einen kurz gefassten Überblick über die wesentlichen Gesichtspunkte des Explosionsschutzes geben. Verbindlich für die Pflichten der Hersteller, Errichter und Betreiber von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sind die gesetzlichen Verordnungen. Wichtige Hinweise finden sich auch in den Regeln der Berufsgenossenschaften und den VDE Bestimmungen.

Grundlagen des Explosionsschutzes

Geschichte des Explosionsschutzes und der gesetzlichen Regelungen in Deutschland und Europa

Geschichte des Explosionsschutzes und der gesetzlichen Regelungen in Deutschland und Europa

Bereits 1909 begann die Concordia Elektrizitäts Aktiengesellschaft, später CEAG genannt, schlagwettergeschützte elektrische Grubenlampen für den Bergbau zu produzieren. Bis zu diesem Zeitpunkt gab es nur offenes Geleucht. Erste Sicherheitsgedanken wurden 1815 durch die Erfindung des englischen Chemikers Sir Humphry Davy eingebracht. So entwickelte er eine Öllampe, die das Durchschlagen der Flamme durch ein engmaschiges Sieb verhinderte. Einen für die Entwicklung des Explosionsschutzes ausschlaggebenden Schritt machte Bergassessor Dr.-Ing. e.h. Carl Beyling mit seinen grundsätzlichen Versuchen über die Schlagwettersicherheit besonders geschützter elektrischer Motoren und Apparate im Steinkohlebergbau. Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeiten waren die Grundlage der Leitsätze für die Ausführung von Schlagwetterschutzvorrichtungen an elektrischen Maschinen, Transformatoren und Schaltgeräten aus dem Jahre 1912. Als Schutzmaßnahmen galten die Zündschutzarten:

- Druckfeste Kapselung (damals als geschlossene Kapselung bezeichnet)
- Plattenschutzkapselung
- Ölkapselung
- Drahtgewebekapselung

Ab 1924 waren zur Beleuchtung explosionsgefährdeter Räume nur Glühlampen zulässig, deren Leuchtkörper luftdicht abgeschlossen wurde. Die Glühlampen mussten mit starken Schutzglas-Überglocken versehen sein, die auch die Fassung dicht einschlossen. Lichtschalter waren außerhalb der gefährdeten Räume anzuordnen und beim Versagen oder beim Fehlen einer Beleuchtung in explosionsgeschützter Ausführung war das Betreten der Räume nur mit Sicherheitslampen zulässig. Man verzichtete deshalb im Allgemeinen auf elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen.

Maschinen mit Schleifringen oder Kommutatoren mussten so ausgeführt sein, dass der Schleifring- oder Kommutatorraum mindestens geschlossen und von Fremdluft oder geeignetem Gas unter Überdruck durchspült war. Die Spülung musste zwangsläufig vor dem Einschalten der Maschine einsetzen oder die Maschine musste druckfest gekapselt sein. Die Forderung galt für alle Räume, in denen explosionsfähige Gas- oder Dampf-Luft-Gemische auftreten konnten.

Die erste deutsche Vorschrift auf dem Gebiet des Schutzes explosionsgefährdeter Anlagen waren die 1935 herausgegebenen *„Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen“ (VDE 0165/1935).*

Die grundsätzliche Neubearbeitung der Vorschriften begann mit der Bauvorschrift *VDE 0171„Vorschriften für explosionsgeschützte Betriebsmittel“,* die 1943 endgültig in Kraft trat. Sie gab den Herstellern elektrischer Betriebsmittel und Geräte für den Betrieb in explosionsgefährdeten Räumen die notwendigen Unterlagen für eine sichere Bauweise und konstruktive Ausführung. Die Vorschrift erläuterte die einzelnen Zündschutzarten und ihre Anwendungsbereiche, enthielt zahlreiche Baubestimmungen und führte für die nach der Vorschrift gebauten elektrischen Betriebsmittel die Kennzeichnung (Ex) ein.

Die Leitsätze und Bestimmungen der VDE-Vorschriften 0165 und 0171 waren Grundlage für die *Polizeiverordnung vom 13.10.1943* über elektrische Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Räumen und Betriebsanlagen sowie in schlagwettergefährdeten Grubenbauen. Die Polizeiverordnung richtete sich in erster Linie an die Hersteller elektrischer Betriebsmittel. Sie legte fest, dass explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel nur dann in den Verkehr gebracht, aufgestellt und betrieben werden durften, wenn sie den genannten VDE-



Schlagwettergeschützte Grubenlampen (Verbrennungslampen)



Versuche zwecks Erprobung der Schlagwettersicherheit besonders geschützter elektrischer Motoren und Apparate

Forschungsarbeit von Bergassessor Carl Beyling,



Polizeiverordnung über Schlagwetter- und Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel

VDE 0051/X.43

Vorbemerkung

Verband Deutscher Elektrotechniker e.V.

Polizeiverordnung vom 13.10.1943

Geschichte des Explosionsschutzes und der gesetzlichen Regelungen in Deutschland und Europa


Verordnung
über elektrische Anlagen in
explosionsgefährdeten Räumen
(ElexV)

Allgemeine Verwaltungsvorschrift
zur Verordnung über elektrische Anlagen
in explosionsgefährdeten Räumen

1980
CARL HEYMANNS VERLAG KG · KÖLN

ElexV von 1980





Explosionsgeschützte Steckvorrichtung aus den 60er Jahren

Vorschriften entsprachen und den dort angegebenen Typ- und Stückprüfungen genügt hatten.

Das zuständige Gewerbeaufsichtsamt wurde als entscheidende Instanz für die Festlegung des Umfangs der Explosionsgefährdung in einem Raum oder einer Betriebsanlage bestimmt.

Die „Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen“ (ExVO) von 1963 führte neben der Pflicht zur Begutachtung der explosionsgeschützten Betriebsmittel durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) oder die Bergbau-Versuchsstrecke (BVS) die Bauartzulassungspflicht durch die Behörden des zuständigen Bundeslandes ein.

1975 erließ der Rat der Europäischen Gemeinschaft Explosionsschutz-Rahmenrichtlinien. Durch *CENELEC, das „Europäische Komitee für elektrotechnische Normung“*, wurden die erforderlichen europäischen Normen für elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen erarbeitet. Die europäischen Normen EN 50014 bis EN 50020 wurden in Deutschland als VDE Normen in das nationale Normenwerk übernommen. Diese, als VDE-Bestimmungen gekennzeichneten Normen DIN EN 50014 bis 50020/VDE 0170/0171 Teil 1 bis 7, traten am 01.05.1978 in Kraft.

Die Anwendung dieser Europäischen Normen für Bau und Prüfung explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel wurde durch die *„EG-Richtlinie 79/196/EG“* europaweit geregelt. Mit der neuen Rechtsverordnung, nun *ElexV* genannt, wurde am 01.07.1980 unter anderem diese EG-Richtlinie umgesetzt und der Explosionsschutz für Hersteller und Betreiber in Deutschland neu geregelt. Weiterhin wurden hierdurch das Gutachten der Prüfstellen und die Bauartzulassung durch eine Baumusterprüfung ersetzt. Diese Baumusterprüfung erfolgte durch zugelassene Stellen der Mitgliedstaaten der EU (Notified Bodies). Die aufgrund der Prüfung erteilten Konformitäts- und Kontrollbescheinigungen galten europaweit.

Die Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlamentes und Rates vom 23.03.1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliederstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen ersetzte endgültig ab dem 01.07.2003 sämtliche bisher auf europäischer Ebene bestehenden Richtlinien zum Explosionsschutz.

Am 12.12.1996 wurde die Richtlinie 94/9/EG durch die zweite Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz und zur Änderung von Verordnungen zum Gerätesicherheitsgesetz durch die *Explosionsschutzverordnung (ExVO)* in nationales Recht umgesetzt. Mit dieser Verordnung wurde auch die Acetylenverordnung (AcetV), die Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) und die ElexV an das europäische Recht angeglichen.

Im Amtsblatt der europäischen Gemeinschaften wurde am 28.01.2000 die zweite für den Explosionsschutz wichtige *Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 16.12.1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können*, veröffentlicht. Diese EG-Richtlinie, auch als europäische Arbeitsschutz-Richtlinie bezeichnet, regelt den betrieblichen Explosionsschutz und ist an Betreiber von Anlagen gerichtet, in denen Explosionsgefahren zu befürchten sind.

Die Richtlinie wurde am 03.10.2002 in der „Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes *(Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)“* in nationales Recht über das Arbeitsschutzgesetz umgesetzt. Für den Explosionsschutz löst die BetrSichV die ElexV ab, die aber für Anlagen, die vor dem 03.10.2002 erstmals in Betrieb gegangen waren, im Rahmen der Übergangsvorschriften noch angewandt werden konnte.

Grundlagen des Explosionsschutzes

Physikalische Grundlagen des Explosionsschutzes

Explosionsfähige Atmosphäre

Definition:
Gemisch von Luft unter atmosphärischen Bedingungen mit brennbaren Stoffen in Form von Gas, Dampf, Schwebstoffen, das nach einer Zündung eine sich selbst unterhaltende Flammenausbreitung ermöglicht (Int. Electr. Vocabulary: IEV 426-01-06).

Als atmosphärische Bedingungen gelten: Druck 80 kPa (0,8 bar) bis 110 kPa (1,1 bar), Temperatur von - 20 °C bis + 60 °C und Luft mit Sauerstoffgehalt, üblicherweise 21% (V/V) (EN60079-0).

Erforderlich ist diese Eingrenzung, weil die für den Explosionsschutz wesentlichen sicherheitstechnischen Kenngrößen der brennbaren Stoffe eine Funktion von Druck, Temperatur und auch Sauerstoffgehalt sind und nur innerhalb der oben angegebenen Grenzen für diese Parameter als ausreichend konstant angesehen werden können. Auf dieser Festlegung basieren die europäischen Richtlinien sowie deren umsetzende Verordnungen.

Explosionsgefährdeter Bereich

Definition:
Bereich, in dem eine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist oder erwartet werden kann, und zwar in solchen Mengen, dass besondere Maßnahmen hinsichtlich der Bauweise, der Installation und der Verwendung von elektrischen Betriebsmitteln erforderlich sind (IEV 426-03-01).

Obere und untere Explosionsgrenze

Explosionsfähig ist ein Gemisch, wenn die Konzentration unter atmosphärischen Bedingungen innerhalb bestimmter stoffspezifischer Grenzen liegt.

Obere Explosionsgrenze (OEG)

Konzentrationen eines brennbaren Gases oder Dampfes im Gemisch mit Luft, oberhalb der keine explosionsfähige Gasatmosphäre gebildet wird (IEV 426-02-10).

Untere Explosionsgrenze (UEG)

Konzentrationen eines brennbaren Gases oder Dampfes im Gemisch mit Luft, unterhalb der keine explosionsfähige Gasatmosphäre gebildet wird. (IEV 426-02-09)

Bei anderen als atmosphärischen Bedingungen ändern sich die Explosionsgrenzen.

Mit zunehmendem Sauerstoffanteil nimmt z.B. die obere Explosionsgrenze zu. Die Explosionsgrenzen werden in der Regel in Volumen-Prozent angegeben. Mit Volumen-Prozent, abgekürzt Vol.-%, ist der Volumenanteil des brennbaren Stoffes im Gemisch mit Luft gekennzeichnet. Für Wasserstoff beträgt die untere Explosionsgrenze 4,0 Vol.-%, die obere Explosionsgrenze 75,6 Vol.-%. In den sicherheitstechnischen Kennzahlen sind für die meisten bekannten Stoffe quantitative Aussagen über ihre Eigenschaften festgehalten.

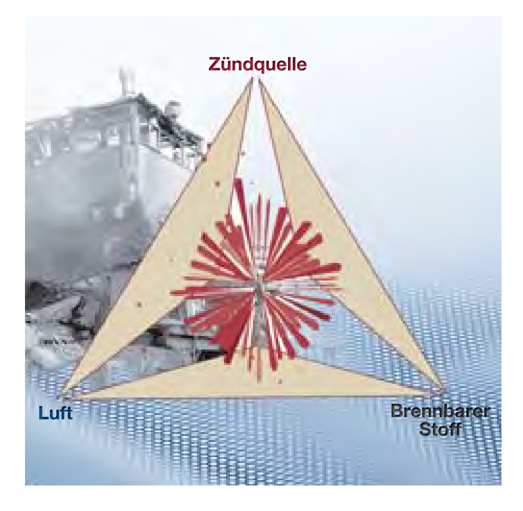
Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre

Explosionsfähige Atmosphäre, die bei Explosion zu Schaden führt (DIN EN 1127-1).

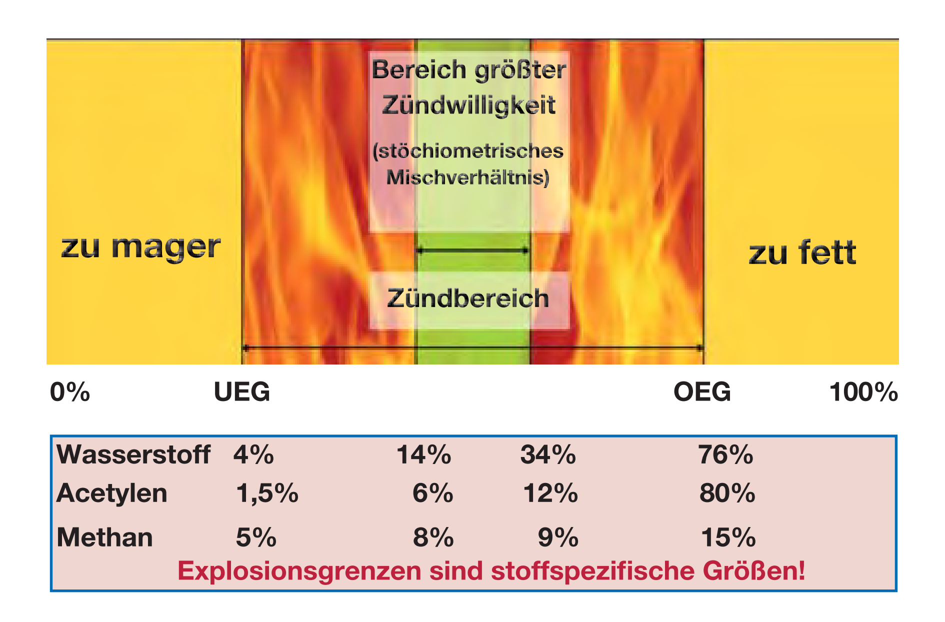
Ob eine Atmosphäre gefährlich ist, lässt sich grob abschätzen. In geschlossenen Räumen, unabhängig von der Größe, sind 10 l explosionsfähige Atmosphäre bereits als gefährlich zu betrachten. Bei kleineren Räumen mit einem Volumen <100 m³ gilt dies auch für geringere Mengen.

Zündquellen

Um die Entzündung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern ist es notwendig, alle möglicherweise auftretenden Zündquellen zu kennen und durch den Explosionsschutz sicherzustellen, dass diese Zündquellen nicht wirksam werden können.



Physikalische Grundvoraussetzungen einer Explosion



Zündgrenzen von Gasen und Dämpfen in Luft

Physikalische Grundlagen des Explosionsschutzes

Wärme

offene Flammen; heiße Oberflächen; heiße Gase; Gase, die unter Druck stehen; Sonnenlicht; Infrarot; Ultraschallwellen



Elektrische Funken

das Öffnen und Schließen von Kontakten; Kurzschlüsse; Überspannungen; statische Entladungen



Mechanische Funken

Reibung; Hämmern; Schleifen



Dabei wird in einer Risikobetrachtung die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre mit der Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens einer wirksamen Zündquelle betrachtet. Die offene Flamme und die elektrische Zündquelle wurden schon immer als sehr kritisch erachtet und die Vermeidung dieser Zündquellen ist in der Historie schon durch entsprechende Schutzmaßnahmen beschrieben. Um damit nicht ausschließbare immer noch auftretende Explosionen zu verhindern, müssen jedoch alle möglichen wirksamen Zündquellen betrachtet werden.

Zündquellen, die eine Explosion auslösen können, sind (Quelle EN 1127-1):

Heiße Oberflächen

Kommt explosionsfähige Atmosphäre mit heißen Oberflächen in Berührung, kann es zu einer Entzündung kommen. Dabei kann nicht nur die heiße Oberfläche an sich als Zündquelle wirken, sondern auch eine Staubschicht oder ein brennbarer Feststoff kann durch Kontakt mit der heißen Oberfläche entzündet werden und dadurch zur Zündquelle für eine explosionsfähige Atmosphäre werden.

Flammen und heiße Gase (einschließlich heißer Partikel)

Flammen sind verbunden mit Verbrennungsreaktionen bei Temperaturen von mehr als 1000 °C. Als Reaktionsprodukte treten heiße Gase, bei Staubflammen und/oder rußenden Flammen auch glühende Feststoffpartikel auf. Sowohl die Flammen selbst als auch die heißen Reaktionsprodukte oder andere stark erhitzte Gase können explosionsfähige Atmosphäre entzünden. Flammen, auch solche sehr kleiner Abmessungen, zählen zu den wirksamsten Zündquellen.

Mechanisch erzeugte Funken

Durch Reib-, Schlag- und Abtragevorgänge, z. B. Schleifen, können aus festen Materialien Teilchen abgetrennt werden, die eine erhöhte Temperatur aufgrund der beim Trennvorgang aufgewendeten Energie annehmen. Bestehen die Teilchen aus oxidierbaren Stoffen, z. B. Eisen oder Stahl, können sie einen Oxidationsprozess durchlaufen, wobei sie noch höhere Temperaturen erreichen. Diese Teilchen (Funken) können brennbare Gase und Dämpfe sowie bestimmte Staub-/Luft-Gemische (insbesondere Metallstaub-/Luft-Gemische) entzünden. In abgelagertem Staub können durch Funken Glimmnester entstehen, die dann zur Zündquelle für explosionsfähige Atmosphäre werden können.

Elektrische Anlagen

Bei elektrischen Anlagen können elektrische Funken und heiße Oberflächen als Zündquellen auftreten. Elektrische Funken können erzeugt werden, z. B.:

a) beim Öffnen und Schließen elektrischer Stromkreise;
b) durch Wackelkontakte;
c) durch Ausgleichsströme.

Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz

In elektrisch leitfähigen Anlagen oder Anlagenteilen können Ausgleichsströme (Streuströme) fließen:

a) als Rückströme zu Stromerzeugungsanlagen – insbesondere im Bereich von elektrischen Bahnen und großen Schweißanlagen – wenn z. B. im Erdreich verlegte elektrisch leitfähige Anlagenteile wie Schienen und Kabelmäntel den Widerstand dieses Rückstromweges verringern;
b) infolge von Körper- oder Erdschluss bei Fehlern in elektrischen Anlagen;
c) infolge magnetischer Induktion (z. B. in der Nähe von elektrischen Anlagen mit großen Stromstärken oder Hochfrequenz);
d) infolge von Blitzschlag.

Werden Anlagenteile, die Ausgleichsströme führen können, getrennt, verbunden oder überbrückt, kann – selbst bei geringen Potentialdifferenzen – durch elektrische Funken und/oder Lichtbögen explosionsfähige Atmosphäre entzündet werden.

Statische Elektrizität

Unter bestimmten Bedingungen können zündfähige Entladungen statischer Elektrizität auftreten. Die Entladung aufgeladener, isoliert angeordneter leitfähiger Teile kann leicht zu zündfähigen Funken führen. An aufgeladenen Teilen aus nicht leitfähigen Stoffen, zu denen die meisten Kunststoffe, aber auch andere Stoffe gehören, sind Büschelentladungen und in besonderen Fällen bei schnellen Trennvorgängen oder bei Kombinationen von leitfähigen und nicht leitfähigen Materialien auch

Grundlagen des Explosionsschutzes

Physikalische Grundlagen des Explosionsschutzes

Gleitstielbüschelentladungen möglich. Außerdem können Schüttkegelentladungen bei Schüttgütern sowie gewitterblitzähnliche Entladungen auftreten. Büschelentladungen können nahezu alle explosionsfähige Gas- und Dampfatmosphären entzünden.

Blitzschlag

Wenn ein Blitz in explosionsfähige Atmosphäre einschlägt, wird diese stets entzündet. Daneben besteht eine Zündmöglichkeit auch durch starke Erwärmung der Ableitwege des Blitzes. Von Blitzeinschlagstellen aus fließen starke Ströme, die in der Nachbarschaft der Einschlagstelle Funken hervorrufen können. Selbst ohne Blitzschlag können Gewitter zu hohen induzierten Spannungen in Geräten, Schutzsystemen und Komponenten führen.

Elektromagnetische Wellen im Bereich der Frequenzen von 10^4 Hz bis 3×10^{12} Hz (Hochfrequenz)

Elektromagnetische Wellen gehen von allen Anlagen aus, die hochfrequente elektrische Energie erzeugen und benutzen (Hochfrequenzanlagen), z. B. von Funksendestellen oder von industriellen bzw. medizinischen Hochfrequenz-Generatoren für Erwärmen, Trocknen, Härten, Schweißen, Schneiden. Sämtliche im Strahlungsfeld befindliche leitende Teile wirken als Empfangsantennen. Diese leitfähigen Teile können bei ausreichender Stärke des Feldes und genügender Größe der Empfangsantenne in explosionsfähiger Atmosphäre Entzündungen verursachen. Die empfangene Hochfrequenzleistung kann z. B. dünne Drähte zum Glühen bringen oder bei Kontakt bzw. Unterbrechung leitender Teile Funken erzeugen. Die von der Empfangsantenne aufgenommene Energie, die zur Zündung führen kann, ist bei gegebener Wellenlänge und Hochfrequenz-Leistung in erster Linie abhängig vom Abstand des Strahlers und der Empfangsantenne und den Abmessungen der Empfangsantenne.

Elektromagnetische Wellen im Bereich der Frequenzen von 3×10^{11} Hz bis 3×10^{15} Hz

Strahlung in diesem Spektralbereich kann — insbesondere bei Fokussierung — durch Absorption in explosionsfähiger Atmosphäre oder an festen Oberflächen zur Zündquelle werden. Sonnenlicht kann z. B. eine Entzündung auslösen, wenn Gegenstände eine Bündelung der Strahlung herbeiführen. Bei Laserstrahlung kann auch in großen Entfernungen noch die Energie oder Leistungsdichte selbst des unfokussierten Strahls so groß sein, dass eine Zündung möglich ist. Die Erwärmung entsteht auch hier hauptsächlich beim Auftreffen des Laserstrahls auf eine Festkörperoberfläche oder bei Absorption durch Staubpartikel in der Atmosphäre oder durch verschmutzte, lichtdurchlässige Teile.

Ionisierende Strahlung

Ionisierende Strahlung kann explosionsfähige Atmosphäre (insbesondere explosionsfähige Atmosphäre mit Staubpartikeln) infolge Energieabsorption entzünden. Ionisierende Strahlung kann chemische Zersetzung oder andere Reaktionen bewirken, bei denen sehr reaktionsfähige Radikale oder unbeständige chemische Verbindungen entstehen. Dies kann zur Entzündung führen.

Ultraschall

Bei Anwendung von Ultraschall werden große Anteile der vom Schallwandler abgegebenen Energie von festen oder flüssigen Stoffen absorbiert. Als Ergebnis erwärmt sich der beschallte Stoff so stark, dass im Extremfall eine Entzündung eintreten kann.

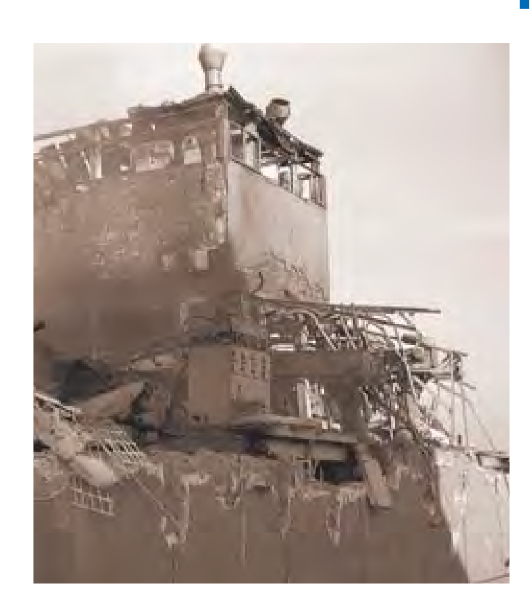
Adiabatische Kompression und Stoßwellen

Bei adiabatischer oder fast adiabatischer Kompression und in Stoßwellen können so hohe Temperaturen auftreten, dass explosionsfähige Atmosphäre (und abgelagerter Staub) entzündet werden kann. Der Temperaturanstieg hängt hauptsächlich vom Druckverhältnis, nicht von der Druckdifferenz ab.

ANMERKUNG:
In Druckleitungen von Luftverdichtern und in Behältern, die an eine solche Leitung angeschlossen sind, kann es infolge einer Kompressionszündung von Schmierölnebeln zu Explosionen kommen.



Physikalische Grundlagen des Explosionsschutzes



Folgen einer Staubexplosion: Rolandsmühle, Bremen

Gefahrenklassen

In der *Gefahrenklasse A* sind wasserunlösliche brennbare Flüssigkeiten erfasst.

In der *Gefahrenklasse B* sind die wasserlöslichen brennbaren Flüssigkeiten erfasst, die sich bei 15°C in jedem beliebigen Verhältnis mit Wasser mischen lassen.

Exotherme Reaktionen, einschließlich Selbstentzündung von Stäuben

Exotherme Reaktionen können als Zündquelle wirken, wenn die Wärmeproduktionsrate größer ist als die Wärmeverlustrate zur Umgebung. Ob bei einer Reaktion eine hohe Temperatur entsteht, hängt neben anderen Parametern vom Volumen-/Oberflächen-Verhältnis des Reaktionssystems, von der Umgebungstemperatur und der Verweilzeit ab. Diese hohen Temperaturen können sowohl zur Entzündung explosionsfähiger Atmosphäre als auch zur Entstehung von Glimmnestern und/oder Bränden führen.

Hierzu zählen Reaktionen pyrophorer Stoffe mit Luft, von Alkalimetallen mit Wasser, die Selbstentzündung brennbarer Stäube, die Selbsterhitzung von Futtermitteln durch biologische Prozesse, die Zersetzung organischer Peroxide oder Polymerisationsreaktionen.

Flammpunkt

Definition:
Niedrigste Temperatur einer Flüssigkeit, bei der sich unter genormten Bedingungen aus der Flüssigkeit Dämpfe in solcher Menge entwickeln, dass sie ein entflammbares Dampf-Luft-Gemisch ergeben (IEV 426-02-14).

Brennbare Flüssigkeiten wurden gemäß *„Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten“* (TRbF) nach dem Flammpunkt in vier Gefahrenklassen eingeteilt.

Gefahrenklasse	Flammpunkt
A I	< 21 °C
A II	21 °C bis 55 °C
A III	> 55 °C bis 100 °C
B	< 21 °C, bei 15 °C in Wasser löslich

Mit Inkrafttreten der Betriebssicherheitsverordnung wird diese Einteilung abgelöst durch die Einteilung gemäß der Gefahrstoffverordnung: Gefährlich sind Stoffe und Zubereitungen, die eine oder mehrere der in § 3a Abs. 1 des Chemikaliengesetzes genannten und in Anhang VI der Richtlinie 67/548/EWG näher bestimmten Eigenschaften aufweisen.
Diese sind:

1. explosionsgefährlich,
wenn sie in festem, flüssigem, pastenförmigem oder gelatinösem Zustand auch ohne Beteiligung von Luftsauerstoff exotherm und unter schneller Entwicklung von Gasen reagieren können und unter festgelegten Prüfbedingungen detonieren, schnell deflagrieren oder beim Erhitzen unter teilweisem Einschluss explodieren.

2. brandfördernd,
wenn sie in der Regel selbst nicht brennbar sind, aber bei Berührung mit brennbaren Stoffen oder Zubereitungen, überwiegend durch Sauerstoffabgabe, die Brandgefahr und die Heftigkeit eines Brandes beträchtlich erhöhen.

3. hochentzündlich,
wenn sie:
a) in flüssigem Zustand einen extrem niedrigen Flammpunkt und einen niedrigen Siedepunkt haben.
b) als Gase bei gewöhnlicher Temperatur und Normaldruck in Mischung mit Luft einen Explosionsbereich haben.

4. leichtentzündlich,
wenn sie:
a) sich bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft ohne Energiezufuhr erhitzen und schließlich entzünden können.
b) in festem Zustand durch kurzzeitige Einwirkung einer Zündquelle leicht entzündet werden können und nach deren Entfernen in gefährlicher Weise weiterbrennen oder weiterglimmen.
c) in flüssigem Zustand einen sehr niedrigen Flammpunkt haben.
d) bei Berührung mit Wasser oder mit feuchter Luft hochentzündliche Gase in gefährlicher Menge entwickeln.

5. entzündlich, wenn sie in flüssigem Zustand einen niedrigen Flammpunkt haben.

Explosionsschutzkonzepte (Primärer und sekundärer Explosionsschutz)

Explosionsgefahr

Eine Explosion kann nur stattfinden, wenn gleichzeitig ein Gas-Luft-, oder Staub-Luft-Gemisch in explosionsfähiger Konzentration und gefährlichem Volumen sowie eine Zündquelle mit ausreichender Zündenergie vorhanden ist. Dies wird im „Explosions-/Gefahrendreieck" deutlich.

Primärer Explosionsschutz

Die Vermeidung der Gefahr ist immer besser als jeglicher Schutz. Eine Explosion lässt sich unter anderem verhindern, indem man das Entstehen einer explosionsfähigen Atmosphäre ausschließen kann. Maßnahmen mit diesem Ziel werden „Primärer Explosionsschutz" genannt und müssen vordringlich umgesetzt werden. Der primäre Explosionsschutz kann beispielsweise durch folgende Maßnahmen erzielt werden:

Vermeiden brennbarer Stoffe

Wann immer es möglich ist, sollten brennbare Stoffe durch solche ersetzt werden, die keine explosionsfähigen Gemische bilden können.

Veränderung des Flammpunktes

Hier unterscheidet man zwei Verfahren.

Heraufsetzung des Flammpunktes

Hier muss der Flammpunkt einer brennbaren Flüssigkeit um mindestens 5–15 K über der Verarbeitungstemperatur oder der Raumtemperatur liegen. Bei wasserlöslichen, brennbaren Stoffen lässt sich dies durch Beimengen von Wasser erreichen.

Heruntersetzen der Verarbeitungstemperatur

Bei diesem Verfahren muss sichergestellt werden, dass die Verarbeitungstemperatur durch technische Maßnahmen (z.B. durch Kühlung) immer mindestens 5-15 K unterhalb des Flammpunktes verbleibt. Störungen, Stillstände, Leckagen und sonstige Einflussgrößen müssen jedoch sicher beherrscht werden.

Konzentrationsbegrenzung

Lässt sich die Konzentration eines Stoffes auf den Bereich unterhalb der unteren oder oberhalb der oberen Explosionsgrenze begrenzen, kann die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre verhindert werden. Bei Gasen lässt sich dieses Ziel häufig verwirklichen. Schwierigkeiten entstehen, wenn Gas austritt oder der Zündbereich beim Anfahren oder Abstellen der Anlage durchfahren werden muss. Bei flüssigen Stoffen hält man die Konzentration meist unterhalb der unteren Explosionsgrenze, da der obere Bereich einen sehr hohen Aufwand erfordert.

Inertisierung

Ist der Sauerstoffanteil eines Gemisches kleiner als 10 Vol.-%, liegt in der Regel kein explosionsfähiges Gemisch mehr vor. Um einen so geringen Anteil zu erreichen, werden dem Gemisch sogenannte gasförmige Inertstoffe wie Stickstoff, Kohlendioxid, Wasserdampf oder Halogen-Kohlen-Wasserstoff zugegeben, bis die gewünschte Konzentration erreicht wird. Wenn das Verhältnis des Volumenanteils des Inertgases zu brennbarem Gas mindestens 25:1 beträgt, so kann keine explosionsfähige Atmosphäre entstehen - unabhängig davon, welche Luftmenge zugemischt wird.

Lüftung

Durch Lüften lässt sich die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern oder einschränken. In Räumen oberhalb der Erdgleiche und ohne besondere Be- und Entlüftungsöffnungen erneuert sich die Luft durch natürliche Belüftung normalerweise einmal pro Stunde. In Kellerräumen dauert der Luftaustausch dagegen bis zu 2,5 Stunden. Die Konzentration des Gemisches ist jedoch nur dann berechenbar, wenn die ausströmende Menge eines brennbaren Stoffes pro Zeiteinheit bekannt ist und eine gleichmäßige Durchmischung vorausgesetzt werden kann.
Die natürlichen Strömungsverhältnisse in einem Raum kann nur ein Fachmann für Lüftungsfragen beurteilen, der in der Regel die technische Lüftung empfiehlt, da die natürliche Lüftung nicht als Konstante betrachtet werden kann. Diese sorgt für den Austausch größerer Luftmengen und eine gezieltere Luftführung im Vergleich zur natürlichen Belüftung. Außerdem lässt sich die auftretende Konzentration mit wesentlich größerer Sicherheit bestimmen. Durch Störungen austretende Gaswolken können mit einer technischen Lüftung schnell auf unkritische Werte verdünnt werden. Die technische Lüftung hat aber den Nachteil, ständig gewartet und überwacht werden zu müssen. Außerdem muss Vorsorge für den Fall getroffen werden, dass die Anlage mit geringerer Leistung arbeitet oder ganz ausfällt.

Sekundärer Explosionsschutz

Nach Ausschöpfen aller Möglichkeiten des primären Explosionsschutzes kann es immer noch Bereiche geben, in denen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftritt. Diese Bereiche nennt man explosionsgefährdete Bereiche. Hier greift der sekundäre Explosionsschutz mit seinen Zündschutzmaßnahmen, die Zündquellen unwirksam machen. Alle Zündschutzmaßnahmen für Betriebsmittel zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen zählen zum sekundären Explosionsschutz.

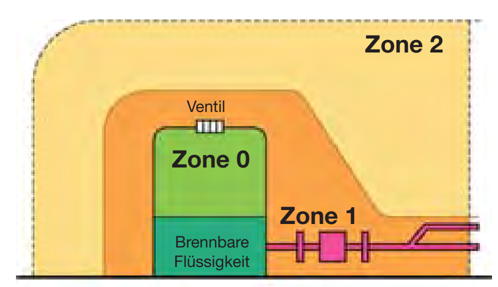
Konstruktiver Explosionsschutz (tertiärer Explosionsschutz)

Sind trotz der oben genannten Maßnahmen Zündquellen und dadurch Explosionsgefahren zu befürchten, z. B. durch elektrostatische Entladungen oder chemische Reaktionen, so muss man zu konstruktiven oder auch tertiären Explosionsschutzmaßnahmen greifen.
Die **explosionsdruckfeste Bauweise** ist eine konstruktive Maßnahme, die eine Explosion zwar nicht verhindert, aber deren Auswirkung auf ein unbedenkliches Maß einschränkt. Die Apparatur muss so gebaut sein, dass sie dem maximalen Explosionsdruck und im Extremfall sogar dem Detonationsdruck stand hält.
Bei Rohrleitungen und auch bei langgestreckten Konstruktionen kann es schnell zur Detonation kommen. Wenn die druckfeste Bauweise dem erhöhten Druck nicht gewachsen ist, müssen wirksame **Explosionsdruckentlastungen** eingebaut werden.

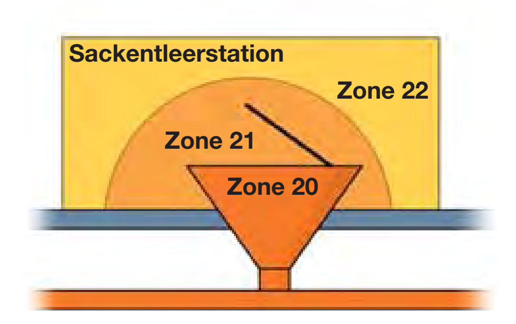


Explosions-/Gefahrendreieck

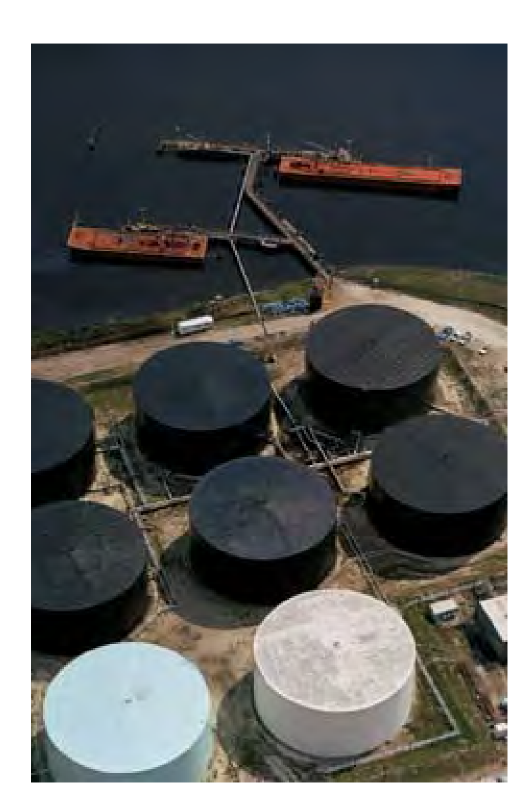
Explosionsgefährdete Bereiche



Beispiel der Zoneneinteilung für Gas-Ex-Bereiche nach EN 60079-10-1



Beispiel der Zoneneinteilung für Staub-Ex-Bereiche nach EN 60079-10-2



Anwendungsbeispiel für Zone 0: Das Innere der Flachbodentanks eines Öl-Terminals

Definition

Bereich, in dem eine explosionsfähige Atmosphäre in solchen Mengen vorhanden ist oder erwartet werden kann, und zwar in solchen Mengen, dass besondere Maßnahmen hinsichtlich der Bauweise, der Installation und der Verwendung von elektrischen Betriebsmitteln erforderlich sind (IEV 426-03-01).

ANMERKUNG:
Ein explosionsgefährdeter Bereich ist ein dreidimensionales Gebiet oder ein dreidimensionaler Raum (EN 60079-14).

Einteilung in Zonen

Explosionsgefährdete Bereiche werden gemäß EG-Richtlinie 1999/92, die mit der BetrSichV in deutsches Recht übernommen wurde, in sechs Zonen eingeteilt. Die Einteilung richtet sich nach der Wahrscheinlichkeit, dass eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftritt. Außerdem wird zwischen brennbaren Gasen, Dämpfen und Nebeln einerseits und brennbaren Stäuben andererseits unterschieden. Informationen zur Zoneneinteilung finden sich auch in den Explosionsschutz-Regeln der BG Chemie und in der EN 60079-10.

Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche

Zone 0

Bereich, in dem ständig, langzeitig oder häufig eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel vorhanden ist (EN 60079-14).

Zone 1

Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass bei normalem Betrieb eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel gelegentlich auftritt (EN 60079-14).

Zone 2

Bereich, in dem nicht damit zu rechnen ist, dass bei normalem Betrieb eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel auftritt und wenn, dann selten und auch nur kurzzeitig (EN 60079-14).

Zone 20

Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in Luft ständig oder langzeitig oder häufig vorhanden ist (EN 60079-14).

Zone 21

Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in Luft im normalen Betrieb gelegentlich auftritt (EN 60079-14).

Zone 22

Bereich, in dem im Normalbetrieb nicht damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in Luft auftritt, wenn sie aber dennoch auftritt, dann nur kurzzeitig (EN 60079-14).

ANMERKUNG:
Schichten, Ablagerungen und Aufhäufungen von brennbarem Staub sind wie jede andere Ursache, die zur Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre führen kann, zu berücksichtigen. Als Normalbetrieb gilt der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt werden.

Anwendungsbeispiele und Zuordnung geeigneter Betriebsmittel:

Zone 0

Zur Zone 0 gehören hauptsächlich die Bereiche innerhalb geschlossener Behälter, Rohrleitungen und Apparaturen, in denen sich brennbare Flüssigkeiten befinden. Dabei liegt die Betriebstemperatur über dem Flammpunkt. Der explosionsgefährdete Bereich liegt dabei oberhalb des Flüssigkeitsspiegels, nicht innerhalb der Flüssigkeit. Die meisten Gase brennbarer Flüssigkeiten sind schwerer als Luft und breiten sich ähnlich wie Flüssigkeiten aus. In Vertiefungen wie Gruben oder Pumpensumpf können diese explosionsfähigen Gase über längere Zeiträume vorhanden sein, so dass auch hier mit einer Zone 0 gerechnet werden muss. Bei den Betriebsmitteln für Zone 0 müssen Zündquellen auch noch bei selten auftretenden Betriebsstörungen explosionsgeschützt sein. Deshalb müssen die Betriebsmittel folgenden Anspruch erfüllen:

Beim Versagen einer Zündschutzart oder bei gleichzeitigem Auftreten von zwei Fehlern muss noch ein ausreichender Explosionsschutz sichergestellt sein.

Grundlagen des Explosionsschutzes

Gas-Explosionsgefährdete Bereiche

Den Baubestimmungen DIN EN 60079-26 (VDE 0170/0171/Teil 12–1) ist zu entnehmen, dass der erforderliche Explosionsschutz erzielt wird, wenn das Betriebsmittel

- in der Zündschutzart „ia“ gemäß DIN EN 60079-11 Eigensicherheit „ia“ gebaut ist,

  oder
- den Anforderungen zweier Zündschutzarten der DIN EN 60079 Reihe, die unabhängig von einander wirken, entspricht.

So wurden z.B. druckfeste Leuchten zusätzlich überdruckgekapselt oder eigensichere Betriebsmittel der Zündschutzart „ib“ zusätzlich vergossen.

Betriebsmittel für die Zone 0 müssen nach Richtlinie 94/9/EG der Kategorie 1 G entsprechen. In der Zone 0 muss die Gefahr der Zündung, besonders durch elektrostatische Aufladung, auch in sehr seltenen Fällen sicher ausgeschlossen werden. Aus diesem Grunde gehen die Anforderungen in der DIN EN 60079-0 für Betriebsmittel zum Einsatz in der Zone 0 weit über die Anforderungen für Betriebsmittel zum Einsatz in der Zone 1 hinaus.

Zone 1

In Zone 1 werden brennbare oder explosionsfähige Stoffe hergestellt, verarbeitet oder gelagert. Dazu zählen die Umgebung von Beschickungsöffnungen und der nähere Bereich von Füll- und Entleerungseinrichtungen, der nähere Bereich um zerbrechliche Apparaturen, Leitungen und um nicht ausreichend dichtende Stopfbuchsen an Pumpen und Schiebern. Es ist damit zu rechnen, dass während des normalen Betriebes eine zündfähige Konzentration auftritt.

Zündquellen, die bei normalem, störungsfreiem Betrieb auftreten und solche, die üblicherweise bei Betriebsstörungen auftreten, müssen sicher verhindert werden.

Die einzelnen Zündschutzarten werden im Kapitel „Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche“ beschrieben. Betriebsmittel für die Zone 1 müssen nach Richtlinie 94/9/EG der Kategorie 2G entsprechen.

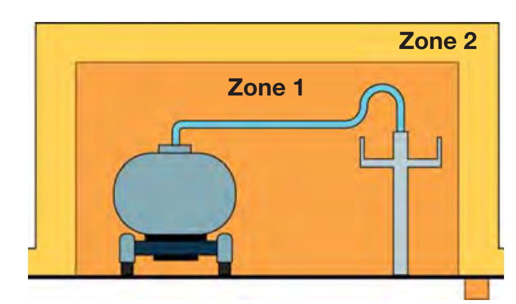
Zone 2

Zur Zone 2 zählen weitere Bereiche um die Zonen 0 und 1, sowie Bereiche um Flanschverbindungen bei Rohrleitungen in geschlossenen Räumen. Außerdem kommen die Bereiche in Frage, in denen durch natürliche oder technische Lüftung die untere Explosionsgrenze nur in Ausnahmefällen erreicht wird, wie in der Umgebung von Anlagen im Freien. In Zone 2 werden brennbare oder explosionsfähige Stoffe hergestellt oder gelagert. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine zündfähige Konzentration auftritt, ist selten und dann auch nur für kurze Zeit gegeben.

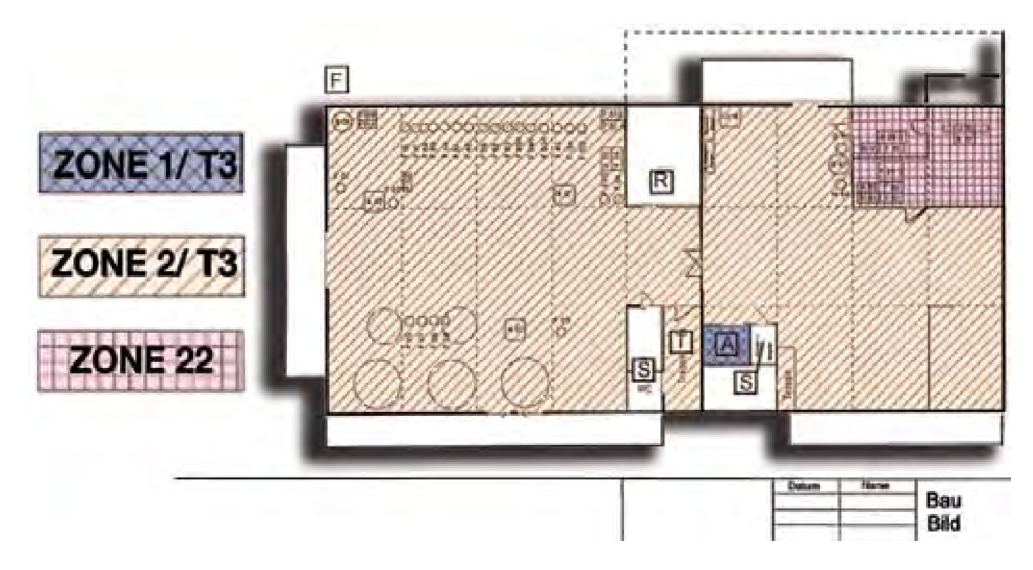


Zündquellen bei normalem, störungsfreiem Betrieb müssen sicher verhindert werden.

Die Betriebsmittel für Zone 2 müssen nach Richtlinie 94/9/EG der Kategorie 3G entsprechen. Darüber hinaus sind natürlich alle Betriebsmittel zugelassen, die den Bestimmungen für Betriebsmittel der Zone 0 und 1 genügen.



Beispiel Zoneneinteilung: Kesselwagen für brennbare Flüssigkeiten ohne selbstständige Belüftungseinrichtung während des Befüllens.



Beispiel Zoneneinteilung: Explosionsschutz-Zonenplan für Gas- und Staub-Ex-Bereiche

Staub-Explosionsgefährdete Bereiche



Beispiel Staub-Ex-Zone 21: Explosionsgeschützte Steckvorrichtung und Klemmenkasten im Feld

Zone 20

Zur Zone 20 gehören hauptsächlich die Bereiche innerhalb geschlossener Behälter, Rohrleitungen und Apparaturen, in denen Wolken brennbaren Staubes in Luft ständig oder langzeitig oder häufig vorhanden sind. Bei den Betriebsmitteln für Zone 20 müssen Zündquellen auch noch bei selten auftretenden Betriebsstörungen explosionsgeschützt sein. Deshalb müssen die Betriebsmittel folgenden Anspruch erfüllen:

Beim Versagen einer Zündschutzart oder bei gleichzeitigem Auftreten von zwei Fehlern muss noch ein ausreichender Explosionsschutz sichergestellt sein.

Betriebsmittel für die Zone 20 müssen nach Richtlinie 94/9/EG der Kategorie 1D entsprechen.

Zone 21

Mühlen, Lagerhäuser für z.B. Getreide und die Umgebung von Abfüllstellen zählen unter anderem zur Zone 21. Hier können z.B. durch gelegentlich an Öffnungen austretenden Staub explosionsfähige Staubwolken entstehen.
Oft werden bei der Beurteilung der Gefahr die Gefahren durch Staubablagerungen unterschätzt. Durch Glimmnestbildung, Schwelgasbildung, Schwelgasverpuffung und Aufwirbelung von Staub durch Glimmbrand können explosionsfähige Staub-Luft-Gemische entstehen.

Zündquellen, die bei normalem, störungsfreiem Betrieb auftreten und solche, die üblicherweise bei Betriebsstörungen auftreten, müssen sicher verhindert werden.

Die einzelnen Zündschutzarten werden im Kapitel *„Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche“* beschrieben. Betriebsmittel für die Zone 21 müssen nach Richtlinie 94/9/EG der Kategorie 2D entsprechen.

Zone 22

In Zone 22 ist im normalen Betrieb nicht mit dem Auftreten eines explosionsfähigen Staub-Luft-Gemisches zu rechnen. Nur bei Betriebsstörungen ist mit einer explosionsfähigen Atmosphäre durch z. B aufgewirbelten Staub zu rechnen.

Zündquellen bei normalem, störungsfreien Betrieb müssen sicher verhindert werden.

Betriebsmittel für die Zone 22 müssen nach Richtlinie 94/9/EG der Kategorie 3D entsprechen. Ausführliche Informationen zu allen Zonen finden sich im Kapitel *„Errichtung und Betrieb elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“*.



Staubexplosionsgefährdete Bereiche

Grundlagen des Explosionsschutzes

Europäische Ex-Richtlinien

Freier Warenverkehr innerhalb der Europäischen Gemeinschaft

Im Gründungsvertrag der EWG (Europäische Wirtschafts-Gemeinschaft) wurde die Basis für den freien Warenverkehr innerhalb des europäischen Wirtschaftsraumes geschaffen (Bild: Artikel 100 des Vertrages, in neuer Fassung Artikel 95).

1975 erließ der Rat der Europäischen Gemeinschaft die Explosionsschutz-Rahmenrichtlinie (Richtlinie 76/117/EWG) zur Umsetzung dieses Artikels .

Richtlinien 76/117/EWG; 79/196/EWG; 82/130/EWG

Als Grundlage für die Umsetzung der Vorgabe erfolgte durch das europäische Normengremium für elektrische Betriebsmittel (CENELEC) die Erarbeitung einer kompletten Reihe europäischer Normen für explosionsgeschützte Betriebsmittel.

Diese europäischen Normen EN 50014 bis EN 50020 wurden in Deutschland als VDE Normen in das nationale Normenwerk übernommen und traten am 01.05.1978 in Kraft.

Mit der Richtlinie 79/196/EWG wurde durch die europäische Kommission die erste rechtliche Basis geschaffen.

Diese *„alte“* Richtlinie beschränkte sich auf explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel und Regelungen, die für den freien Warenverkehr erforderlich waren. Durch starre Verweise auf die europäischen Normen wurde die normative Basis für die Zulassung explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel durch „benannte Stellen“ geregelt.

Diese Richtlinien legten für das Inverkehrbringen von elektrischen explosionsgeschützten Betriebsmitteln in der gesamten Gemeinschaft dieses Zeichen als Unterscheidungszeichen fest:

VERTRAG ZUR GRÜNDUNG DER EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTSGEMEINSCHAFT vom. 25 März 1957

*

ANGLEICHUNG DER RECHTSVORSCHRIFTEN

*

Artikel 100

Der Rat erläßt einstimmig auf Vorschlag der Kommission Richtlinien für die Angleichung derjenigen Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten, die sich unmittelbar auf die Errichtung oder das Funktionieren des Gemeinsamen Marktes auswirken.

Die Versammlung und der Wirtschafts- und Sozialausschuß werden zu den Richtlinien gehört, deren Durchführung in einem oder mehreren Mitgliedstaaten eine Änderung von gesetzlichen Vorschriften zur Folge hätte.

	Richtlinie 79/196/EWG	Richtlinie 94/9EG
Geltungsbereich	Elektrische Betriebsmittel Gas-explosionsgefährdete Bereiche	Elektrische und nicht elektrische Geräte und Schutzsysteme Gas- und staubexplosionsgefährdete Bereiche
Gemeinschaftliches Unterscheidungszeichen für den freien Warenverkehr		
Beschreibung	Konformitätsbescheinigung Kontrollbescheinigung durch benannte Prüfstelle	Konformitätserklärung des Herstellers Basis ist eine Bauartzulassung der benannten Prüfstelle
QS-System	nicht angesprochen	gefordert
Einsatzbereiche und Ausführung der Betriebsmittel	geregelt durch Normen	direkte Regelung in der Richtlinie - Gerätegruppen - Gerätekategorien - Grundlegende Sicherheitsanforderungen
Gerätekennzeichen	Geregelt durch Normen	Festlegung durch Richtlinie

Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 - ATEX-Richtlinie



Diese Richtlinie dient zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten der Europäischen Union für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. Sie ersetzt seit dem 01.07.2003 sämtliche auf europäischer Ebene bisher vorliegenden Richtlinien zum Explosionsschutz. Die vier Kapitel des verfügenden Teils sind in sechzehn Artikel unterteilt. In den Kapiteln wird auf die Anhänge I bis XI verwiesen, die sieben Module enthalten.

Die Richtlinie, auch ATEX-Richtlinie genannt, gilt für Geräte und Schutzsysteme, die bestimmungsgemäß in explosionsgefährdeten Bereichen Verwendung finden. Auch Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen für den Einsatz außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen fallen unter diese Richtlinie. Dies gilt dann, wenn diese Vorrichtungen für den sicheren Betrieb von Geräten und Schutzsystemen im explosionsgefährdeten Bereich erforderlich sind oder dazu beitragen. Darüber hinaus sind nun in der Richtlinie die *„Grundlegenden Sicherheitsanforderungen“* für explosionsgeschützte Betriebsmittel direkt enthalten. In dieser für elektrische und mechanische Betriebsmittel geltenden Richtlinie sind je nach Gerätekategorie abgestufte Anforderungen an die Betriebsmittelzulassung und erforderliche Qualitätssicherungssysteme enthalten.

Aufbau und Inhalt der Richtlinie 94/9/EG

Verfügender Teil

Kapitel	Artikel	Überschrift
I	1-7	Anwendungsbereich, Inverkehrbringen und freier Warenverkehr
II	8-9	Konformitätsbewertungsverfahren
III	10-11	CE-Konformitätskennzeichnung
IV	12-16	Schlussbestimmungen

Anhänge

I	Entscheidungskriterien für die Einteilung der Gerätegruppen in Kategorien
II	Grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für die Konzeption und den Bau von Geräten und Schutzsystemen zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen
III	Modul: EG-Baumusterprüfung
IV	Modul: Qualitätssicherung Produktion
V	Modul: Prüfung der Produkte
VI	Modul: Konformität mit der Bauart
VII	Modul: Qualitätssicherung Produkt
VIII	Modul: Interne Fertigungskontrolle
IX	Modul: Einzelprüfung
X	CE-Kennzeichnung und Inhalt der EG-Konformitätserklärung
XI	Von den Mitgliedsstaaten zu berücksichtigende Mindestkriterien für die Benennung der Stellen

Da diese neue Richtlinie nach dem *„New approach“* der EG abgefasst ist, wurde hiermit auch für explosionsgeschützte Betriebsmittel die Konformitätserklärung des Herstellers, verbunden mit einer CE-Kennzeichnung der Produkte, eingeführt.

Definitionen:
Im Sinne der Richtlinie 94/9/EG gelten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen folgende von anderen Festlegungen z.T. abweichende Definitionen:

a) Als „Geräte“ gelten Maschinen, Betriebsmittel, stationäre oder ortsbewegliche Vorrichtungen, Steuerungs- und Ausrüstungsteile sowie Warn- und Vorbeugungssysteme, die einzeln oder kombiniert zur Erzeugung, Übertragung, Speicherung, Messung, Regelung und Umwandlung von Energien und/oder zur Verarbeitung von Werkstoffen bestimmt sind und die eigene potentielle Zündquellen aufweisen und dadurch eine Explosion verursachen können.

b) Als *„Schutzsysteme“* werden alle Vorrichtungen mit Ausnahme der Komponenten der vorstehend definierten Geräte bezeichnet, die anlaufende Explosionen umgehend stoppen und/oder den von einer Explosion betroffenen Bereich begrenzen sollen und als autonome Systeme gesondert in den Verkehr gebracht werden.

c) Als »Komponenten« werden solche Bauteile bezeichnet, die für den sicheren Betrieb von Geräten und Schutzsystemen erforderlich sind, ohne jedoch selbst eine autonome Funktion zu erfüllen.

Ausgenommene Produkte/Anwendungen:
Vom Anwendungsbereich dieser Richtlinie sind ausgenommen:

- medizinische Geräte zur bestimmungsgemäßen Verwendung in medizinischen Bereichen,
- Geräte und Schutzsysteme, bei denen die Explosionsgefahr ausschließlich durch die Anwesenheit von Sprengstoffen oder chemisch instabilen Substanzen hervorgerufen wird,

Grundlagen des Explosionsschutzes

Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 - ATEX Richtlinie

- Geräte, die zur Verwendung in häuslicher und nicht-kommerzieller Umgebung vorgesehen sind, in der eine explosionsfähige Atmosphäre nur selten und lediglich infolge eines unbeabsichtigten Brennstoffaustritts gebildet werden kann,
- persönliche Schutzausrüstungen,
- Seeschiffe und bewegliche Offshore-Anlagen sowie die Ausrüstungen an Bord dieser Schiffe oder Anlagen,
- Fahrzeuge und dazugehörige Anhänger, die ausschließlich für die Beförderung von Personen in der Luft, auf Straßen- und Schienennetzen oder auf dem Wasserweg bestimmt sind und Beförderungsmittel, soweit sie für den Transport von Gütern in der Luft, auf öffentlichen Straßen- und Schienennetzen oder auf dem Wasserweg konzipiert sind. Nicht ausgenommen sind Fahrzeuge, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden sollen,
- eventuell militärische Produkte, wenn dies ein Mitgliedsstaat der Europäischen Union für nötig erachtet.

Grundlegende Sicherheitsanforderungen

Die Anforderungen, denen Geräte und Schutzvorrichtungen genügen müssen, wurden in einen allgemeinen Teil und einen Teil mit weitergehenden Anforderungen unterteilt, wobei vor allem die weitergehenden Anforderungen sowohl bestehende als auch potentielle Gefahren berücksichtigen sollen. Dies bedeutet, dass die Geräte und Schutzvorrichtungen eine oder mehrere Anforderungen gleichzeitig erfüllen, soweit dies für ihren ordnungsgemäßen Betrieb oder ihre bestimmungsgemäße Verwendung erforderlich ist.

Die Einhaltung der grundlegenden Anforderungen des Sicherheits- und Gesundheitsschutzes ist zwingend erforderlich, um die Sicherheit der Geräte und Vorrichtungen zu gewährleisten. Diese Anforderungen müssen mit Umsicht umgesetzt werden, um dem zum Zeitpunkt der Inverkehrbringung erreichten Stand der Technik gerecht zu werden. Diese Richtlinie definiert nur allgemein gehaltene grundlegende Anforderungen.

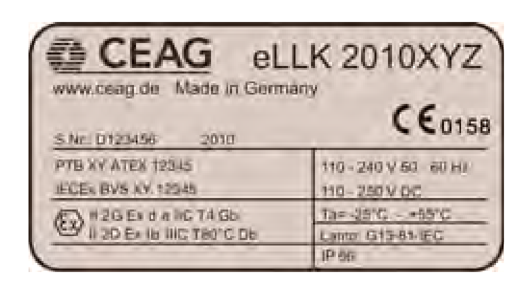
Zur Erleichterung des Nachweises, dass ein Gerät oder Schutzsystem diesen Anforderungen entspricht, dienen die auf europäischer Ebene vorhandenen einheitlichen Normen. Werden Normen durch die Europäische Kommission als einer bestimmten Richtlinie zugeordnet im Amtsblatt der europäischen Gemeinschaften veröffentlicht, gelten sie als sogenannte *„harmonisierte Normen“*.

Diese Liste im Amtsblatt wird bei Bedarf dem neuesten Stand angepasst. Bei Einhaltung dieser harmonisierten europäischen Normen kann davon ausgegangen werden, dass ein Produkt den grundlegenden Sicherheitsanforderungen der Richtlinie 94/9/EG entspricht (sogenannter *„Vermutungsgrundsatz“*). Diese Normen werden vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) und dem Europäischen Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet.

Einteilung explosionsgeschützter Betriebsmittel in Gerätegruppen und Kategorien

Kat.	Gerätegruppe I (gilt für schlagwettergefährdete Grubenbaue)
M 1	Die Gerätegruppe I wird in die Kategorien M 1 und M 2 unterteilt. Die Geräte müssen selbst bei seltenen Gerätestörungen in vorhandener explosionsfähiger Atmosphäre weiterbetrieben werden und weisen Explosionsschutzmaßnahmen auf, so dass • beim Versagen einer apparativen Schutzmaßnahme mindestens eine zweite unabhängige apparative Schutzmaßnahme die erforderliche Sicherheit gewährleistet oder • beim Auftreten von zwei unabhängigen Fehlern noch die erforderliche Sicherheit gewährleistet wird.
M 2	Beim Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre müssen die Geräte abgeschaltet werden können. Die apparativen Explosionsschutzmaßnahmen gewährleisten das erforderliche Maß an Sicherheit im normalen Betrieb, auch unter schweren Betriebsbedingungen und insbesondere bei rauer Behandlung und wechselnden Umgebungseinflüssen
Kat.	**Gerätegruppe II (gilt für alle übrigen explosionsgefährdeten Bereiche)**
1	Die Gerätegruppe II wird in die Kategorien 1, 2 und 3 unterteilt. Die Geräte sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre ständig oder langzeitig oder häufig vorhanden ist. Die Geräte müssen selbst bei selten auftretenden Gerätestörungen das erforderliche Maß an Sicherheit gewährleisten und Explosionsschutzmaßnahmen aufweisen, so dass • beim Versagen einer apparativen Schutzmaßnahme mindestens eine zweite unabhängige apparative Schutzmaßnahme die erforderliche Sicherheit gewährleistet oder • beim Auftreten von zwei unabhängigen Fehlern die erforderliche Sicherheit gewährleistet wird.
2	Die Geräte sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre gelegentlich auftritt. Die apparativen Explosionsschutzmaßnahmen gewährleisten selbst bei häufigen Gerätestörungen oder Fehlerzuständen, die üblicherweise zu erwarten sind, das erforderliche Maß an Sicherheit.
3	Die Geräte sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe, Nebel oder aufgewirbeltem Staub auftritt, aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraums. Die Geräte gewährleisten bei normalem Betrieb das erforderliche Maß an Sicherheit.

Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 - ATEX Richtlinie



Beispiel für ein Typenschild nach geltenden Normen und Richtlinie 94/9/EG

Gerätegruppen und Gerätekategorien

Geräte werden in Gruppen und Kategorien unterteilt:

Gerätegruppen

Gerätegruppe I

gilt für Geräte zur Verwendung in Untertagebetrieben von Bergwerken sowie deren Übertageanlagen, die durch Grubengas und/oder brennbare Stäube gefährdet werden können.

Gerätegruppe II

gilt für Geräte zur Verwendung in den übrigen Bereichen, die durch eine explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können.

Kategorien

Siehe nebenstehende Tabellen

Inverkehrbringen und Inbetriebnahme von Produkten

Das Inverkehrbringen und die Inbetriebnahme von Geräten, Schutzsystemen und Vorrichtungen, die den Bestimmungen dieser Richtlinie entsprechen, darf von den Mitgliedsstaaten nicht verboten, beschränkt oder behindert werden. Das Inverkehrbringen von Komponenten, denen ein Konformitätsattest beigefügt ist, darf ebenfalls nicht verboten, beschränkt oder behindert werden, wenn diese in ein Gerät oder Schutzsystem im Sinne dieser Richtlinie eingebaut werden sollen.

Die EU-Mitgliedsstaaten gehen von der Übereinstimmung mit dieser Richtlinie einschließlich der Konformitätsbewertungsverfahren aus, wenn den Geräten, Schutzsystemen und Vorrichtungen die EG-Konformitätserklärung beigefügt ist und die Produkte mit dem CE-Kennzeichen versehen sind.

Produkte, die die Bestimmungen der Richtlinie noch nicht erfüllen, dürfen bei Ausstellungen, Messen und Vorführungen nur präsentiert werden, wenn ein sichtbares Schild deutlich darauf hinweist, dass ein Kauf des Produktes erst möglich ist, wenn die Übereinstimmung mit der Richtlinie sichergestellt ist.

Vorgehensweise bei unsicheren Produkten

Stellt ein Mitgliedsstaat fest, dass Geräte, Schutzsysteme oder Vorrichtungen mit CE-Kennzeichen unsicher sind, kann er diese aus dem Verkehr ziehen, das Inverkehrbringen oder die Inbetriebnahme verbieten oder den freien Verkehr hierfür einschränken.

Ein Gerät, Schutzsystem oder eine Vorrichtung gelten dann als unsicher, wenn es bei bestimmungsgemäßer Verwendung die Sicherheit von Personen, Haustieren oder Gütern zu gefährden droht.

Der Mitgliedsstaat hat die Kommission der Europäischen Union von solchen Maßnahmen zu unterrichten und die Entscheidung zu begründen. Die Kommission nimmt mit den Betroffenen sofort Kontakt auf und informiert alle Mitgliedsstaaten, falls die Maßnahmen gerechtfertigt sind.

Liegt der Mangel in einer Norm begründet, so befasst sich ein Ausschuss damit. Auf die Einheitlichkeit der praktischen Durchführung wird großen Wert gelegt.

Kennzeichnung

Auf jedem Gerät und Schutzsystem müssen deutlich und dauerhaft die folgenden Mindestangaben angebracht werden:

- Name und Adresse des Herstellers
- CE-Kennzeichnung und Nummer der *„Benannten Stelle“,* verantwortlich für die Überwachung des Qualitäts-Systems
- Bezeichnung der Serie und des Typs
- falls nötig die Seriennummer
- das Baujahr
- das spezielle Kennzeichen für Explosionsschutz in Verbindung mit dem Kennzeichen, das auf die Kategorie verweist
- für die Gerätegruppe II der Buchstabe *„G“* für Bereiche, in denen explosionsfähige Gas-, Dampf-, Nebel-, Luft-Gemische vorhanden sind
- und/oder der Buchstabe *„D“* für Bereiche, in denen Staub explosionsfähige Atmosphären bilden kann.

Zusätzlich und wenn erforderlich müssen auch alle für die Sicherheit bei der Verwendung unabdingbaren Hinweise angebracht werden.

Kennzeichnungsbeispiele:	
D **II 1G**	Gerätegruppe II Kategorie 1 (Zone 0-Betriebsmittel) (G = Gase, Dämpfe, Nebel)
D **II 2G**	Gerätegruppe II Kategorie 2 (Zone 1-Betriebsmittel) (G = Gase, Dämpfe, Nebel)
D **II 3G**	Gerätegruppe II Kategorie 3 (Zone 2-Betriebsmittel) (G = Gase, Dämpfe, Nebel)
D **II 1D**	Gerätegruppe II Kategorie 1 (Zone 20-Betriebsmittel) (D = Staub)
D **II 2D**	Gerätegruppe II Kategorie 2 (Zone 21-Betriebsmittel) (D = Staub)
D **II 3D**	Gerätegruppe II Kategorie 3 (Zone 22-Betriebsmittel) (D = Staub)

Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 - ATEX Richtlinie

CE-Kennzeichnung

Der Hersteller muss auf Erzeugnissen, die in den Geltungsbereich bestimmter Richtlinien fallen, die CE-Kennzeichnung anbringen. Betroffen sind Erzeugnisse, die von Richtlinien nach der neuen Konzeption erfasst sind, die Anforderungen an die technische Beschaffenheit von Produkten enthalten. Diese EG-Richtlinien sind verbindliche Rechtsvorschriften der *„Europäischen Union“*. Das heißt, dass die Erfüllung dieser Anforderungen Bedingung für die Vermarktung der Produkte in Europa ist. Mit der Anbringung der CE-Kennzeichnung wird die Übereinstimmung der Erzeugnisse mit den entsprechenden grundlegenden Sicherheitsanforderungen aller für das Produkt zutreffenden Richtlinien bestätigt. Die Kennzeichnung ist somit zwingende Voraussetzung für das Inverkehrbringen der Erzeugnisse in der gesamten Gemeinschaft, also auch im Herstellerland.

Die CE-Kennzeichnung richtet sich als Nachweis für die Richtlinienkonformität nur an die Überwachungsbehörden und stellt keine Aussage zur Qualität dar.

Für elektrische Betriebsmittel sind die folgenden Richtlinien von besonderer Bedeutung:

Richtlinie 2006/95/EG

Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (Niederspannungsrichtlinie)

Richtlinie 2004/108/EG

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV-Richtlinie)

Richtlinie 2006/42/EG

Sicherheit von Maschinen (Maschinenrichtlinie)

Richtlinie 1999/5/EG

Telekommunikations-Sendeeinrichtungen

Richtlinie 94/9/EG

Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (ATEX Richtlinie)

Bei der Beurteilung der Anwendungspflicht der Richtlinien auf explosionsgeschützte Betriebsmittel muss unterschieden werden, ob diese Richtlinie generell oder nur für bestimmte Erzeugnisse anzuwenden ist.

Richtlinie 2006/95/EG

Diese Richtlinie ist auf „Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in explosionsfähiger Atmosphäre“ nicht anzuwenden. (Ausschluss im Anhang II der Richtlinie)

Richtlinie 2004/108/EG

Diese Richtlinie ist auf alle Produkte, die elektromagnetische Störungen verursachen können oder deren Betrieb durch diese Störungen beeinträchtigt werden kann, anzuwenden.

Richtlinie 2006/42/EG

Aus Artikel 1 Abs. 4 und Abs. 5 der Richtlinie ist eindeutig zu entnehmen, dass diese Richtlinie nicht auf explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel anzuwenden ist.

Richtlinie 1999/5/EG

Diese Richtlinie ist auf *„Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in explosionsfähiger Atmosphäre“* nur in sehr eingeschränktem Maße anzuwenden (Produkte zum Anschluss an das öffentliche Telekommunikationsnetz).

Richtlinie 94/9/EG

Diese Richtlinie ist auf alle Produkte (auch nicht-elektrische) zur Verwendung in explosionsgefährdeter Atmosphäre anzuwenden.

Neben der CE-Kennzeichnung der Produkte muss der Hersteller eine Konformitätserklärung für das Produkt erstellen. Aus dieser Konformitätserklärung muss eindeutig hervorgehen, welche Richtlinie angewendet wurde und welche Normen zum Nachweis der Konformität herangezogen wurden.





Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 - ATEX Richtlinie



Konformitätsbewertungsverfahren für Betriebsmittel nach Richtlinie 94/9/EG

Je nach anzuwendendem Konformitätsbewertungsverfahren kann eine benannte Stelle in der Konstruktionsphase, in der Produktionsphase oder in beiden Phasen tätig werden. Das anzuwendende Bewertungsverfahren ist in der Richtlinie 94/9/EG in Abhängigkeit des Produktes, der Gerätegruppe und der Gerätekategorie angegeben.

Gerätegruppen I und II Gerätekategorie M1 und 1

Der Hersteller muss, damit er das CE-Zeichen auf dem Produkt anbringen darf, folgende Verfahren veranlassen:

- EG-Baumusterprüfung durch eine benannte Stelle sowie entweder
- eine Überprüfung der Qualitätssicherung für die Produktion oder
- eine Überprüfung der Produkte.

Gerätegruppen I und II Gerätekategorie M2 und 2

Der Hersteller muss, damit er bei Motoren mit innerer Verbrennung und bei elektrischen Betriebsmitteln das CE-Zeichen auf dem Produkt anbringen darf, folgende Verfahren veranlassen und/oder folgende Maßnahmen sicherstellen:

- EG-Baumusterprüfung durch eine benannte Stelle veranlassen sowie
- entweder die Konformität mit der Bauart sicherstellen oder
- durch das Verfahren der Qualitätssicherung der Produkte das erforderliche Qualitätsniveau nachweisen.

Bei den übrigen Betriebsmitteln dieser Gruppen und Kategorien ist das Verfahren der internen Fertigungskontrolle anzuwenden.

Gerätegruppe II Gerätekategorie 3

Der Hersteller muss, damit er das CE-Zeichen auf dem Produkt anbringen darf, das Verfahren der internen Fertigungskontrolle anwenden.

Konformitätserklärung

Für das Inverkehrbringen innerhalb der EU muss dem Produkt oder dem Los identischer Produkte die EG-Konformitätserklärung beiliegen.

Dies gilt nicht für die im Zuge der Überprüfung des Qualitätssicherungssystems des Herstellers durch die benannte Stelle ausgestellte Mitteilung über die Qualitätssicherung sowie die EG-Baumusterprüfbescheinigung.

Konformitäts-Bewertungsverfahren				
Gerätegruppe	**I und II**	**I und II**	**I und II**	**II**
Gerätekategorie	**M 1 und 1**	**M 2 und 2**	**M 2 und 2**	**3**
Anwendungsbereich	• alle Geräte • ggf. Sicherheits-, Kontroll und Regelvorrichtungen • Komponenten(*) • autonome Schutzsysteme	• elektrische Geräte • ggf. Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen • Komponenten (*) • Verbrennungsmotoren	• übrige Geräte • Komponenten (*)	• alle Geräte • Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen • Komponenten (*)
Kombination der Verfahren nach den Anhängen III bis IX	EG-Baumusterprüfung nach Anhang III, zusätzlich Qualitätssicherungs-Produktion nach Anhang IV oder Prüfung der Produkte nach Anhang V	EG-Baumusterprüfung nach Anhang III, zusätzlich Qualitätssicherung Produkt nach Anhang VII oder Konformität mit Bauart VI	interne Fertigungskontrolle nach Anhang VII zusätzlich technische Unterlagen an benannte Stellen übermitteln	interne Fertigungskontrolle nach Anhang VIII
Alternative: EG Einzelprüfung nach Anhang IX				

(*) Komponenten ohne Anbringung der CE-Kennzeichnung

Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 - ATEX Richtlinie

Betriebsanleitung

Zu jedem Gerät oder Schutzsystem muss eine Betriebsanleitung vorhanden sein, die folgende Mindestangaben enthält:

- gleiche Angaben wie bei der Kennzeichnung für Geräte oder Schutzsysteme mit Ausnahme der Seriennummer und gegebenenfalls wartungsrelevante Hinweise (z.B. Anschriften des Importeurs oder von Service-Werkstätten usw.)
- Angaben zur oder zum sicheren
  - Inbetriebnahme
  - Verwendung
  - Montage und Demontage
  - Instandhaltung (Wartung und Störungsbeseitigung)
  - Installation
  - Rüsten
- erforderlichenfalls die Markierung von gefährdeten Bereichen vor Druckentlastungseinrichtungen
- erforderlichenfalls Angaben zur Einarbeitung
- Angaben, die zweifelsfrei die Entscheidung ermöglichen, ob die Verwendung eines Geräts (entsprechend seiner ausgewiesenen Kategorie) oder eines Schutzsystems in dem vorgesehenen Bereich unter den zu erwartenden Bedingungen gefahrlos möglich ist
- elektrische Kenngrößen und Drücke, höchste Oberflächentemperaturen sowie andere Grenzwerte
- erforderlichenfalls besondere Bedingungen für die Verwendung, einschließlich der Hinweise auf sachwidrige Verwendung, die erfahrungsgemäß vorkommen kann
- erforderlichenfalls die wesentlichen Merkmale der Werkzeuge, die an dem Gerät oder Schutzsystem angebracht werden können.

Die Betriebsanleitung wird vom Hersteller oder seinem in der Gemeinschaft niedergelassenen Bevollmächtigten in einer der Gemeinschaftssprachen erstellt. Eine Übersetzung in die Landesprache des Einsatzortes wird, falls erforderlich, entweder vom Hersteller oder von seinem in der Gemeinschaft niedergelassenen Bevollmächtigten oder von demjenigen erstellt, der das Gerät oder Schutzsystem in dem betreffenden Sprachgebiet einführt.

Die Wartungsanleitung für Fachpersonal, das dem Hersteller oder seinem in der Gemeinschaft niedergelassenen Bevollmächtigten untersteht, kann jedoch in einer einzigen von diesem Personal verstandenen Gemeinschaftssprache abgefasst sein.

Die Betriebsanleitung beinhaltet die für die Inbetriebnahme, Wartung, Inspektion, Überprüfung der Funktionsfähigkeit und gegebenenfalls Reparatur des Gerätes oder Schutzsystems notwendigen Pläne und Schemata sowie alle zweckdienlichen Angaben insbesondere im Hinblick auf die Sicherheit.

Bezüglich der Sicherheitsaspekte dürfen die Unterlagen, in denen das Gerät oder Schutzsystem präsentiert wird, nicht in Widerspruch zur Betriebsanleitung stehen.





Explosionsgeschützte Deckenanbauleuchte vom Typ eLLK 92 mit Betriebsanleitung

Das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)



Umsetzung der Richtlinie 94/9/EG in Deutschland

Das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)

Dieses Gesetz umfasst allgemein die Anforderungen an die Sicherheit von Produkten und dient unter anderem der Umsetzung der Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen.

Anwendungsbereich

Das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) gilt für die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt, soweit dies selbständig im Rahmen einer wirtschaftlichen Unternehmung erfolgt. Es berührt nicht die ansonsten bei der Verwendung von Produkten zu beachtenden Rechtsvorschriften, wie z. B. die Betriebssicherheitsverordnung.
Das ProdSG ist unabhängig davon anzuwenden, ob es sich bei den Produkten um Massenprodukte, Einzelanfertigungen, Produkte für wissenschaftliche Zwecke oder Prototypen handelt.

Inhaltsverzeichnis des ProdSG

Abschnitt 1:
Allgemeine Vorschriften

Abschnitt 2:
Voraussetzungen für die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt sowie für das Ausstellen von Produkten

Abschnitt 3:
Bestimmungen über die Befugnis erteilende Behörde

Abschnitt 4:
Notifizierung von Konformitätsbewertungsstellen

Abschnitt 5:
GS-Zeichen

Abschnitt 6:
Marktüberwachung

Abschnitt 7:
Informations- und Meldepflichten

Abschnitt 8:
Besondere Vorschriften

Abschnitt 9:
Überwachungsbedürftige Anlagen

Abschnitt10:
Straf- und Busgeldvorschriften

Verordnung über die Bereitstellung auf dem Markt von Geräten und Schutzsystemen für explosionsgefährdete Bereiche – Explosionsschutzverordnung (ExVO)

Inhaltsangabe:
§ 1 Anwendungsbereich
§ 2 Begriffsbestimmungen
§ 3 Sicherheitsanforderungen
§ 4 Voraussetzung für das Inverkehrbringen
§ 5 CE-Konformitätskennzeichnung
§ 6 Ordnungswidrigkeit
§ 7 Übergangsbestimmungen

Die *„Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz“* (Explosionsschutzverordnung - 11. ProdSV) setzt die EG-Richtlinie 94/9/EG in nationales Recht um. Sie regelt die Bereitstellung auf dem Markt von neuen Geräten und Schutzsystemen, die zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen vorgesehen sind.

Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen dürfen nur auf dem Markt bereitgestellt werden, wenn sie den Bestimmungen dieser Verordnung entsprechen.

Der Anwendungsbereich umfasst auch Komponenten, die in Geräte und Schutzsysteme eingebaut werden sollen sowie Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen für den Einsatz außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen. Die Verordnung sieht u.a. die CE-Kennzeichnung sowie eine besondere Ex-Kennzeichnung vor, mit der der Hersteller die Übereinstimmung mit allen Anforderungen der Verordnung bestätigt.

Die Richtlinie 1999/92/EG

Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999

Sie definiert Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können, und wird auch als europäische *„Arbeitsschutz-Richtlinie für explosionsgefährdete Bereiche"* bezeichnet.

Der Explosionsschutz zählt zu den besonders sicherheitsrelevanten Aufgabenbereichen. Im Explosionsfall sind das Leben und die Gesundheit der Arbeitnehmer durch unkontrollierte Flammen- und Druckwirkung sowie durch schädliche Reaktionsprodukte und Verbrauch des zum Atmen benötigten Sauerstoffs aus der Umgebungsluft gefährdet.

Aus diesem Grunde müssen für eine kohärente Strategie zur Prävention von Explosionen am Arbeitsplatz organisatorische Maßnahmen getroffen werden. Laut Rahmenrichtlinie 89/391/EWG ist der Arbeitgeber verpflichtet, die für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer erforderlichen Maßnahmen zu treffen, einschließlich der Maßnahmen zur Verhütung berufsbedingter Gefahren, zur Information und zur Unterweisung sowie der Bereitstellung einer geeigneten Organisation und der erforderlichen Mittel.

Die Richtlinie wurde gemäß Artikel 137 des Vertrags zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft erlassen und stellt damit nur eine Mindestvorschrift dar. Es wird darin ausdrücklich gesagt, dass die aufgrund dieses Artikels erlassenen Bestimmungen die Mitgliedstaaten nicht daran hindern, strengere Schutzmaßnahmen beizubehalten oder zu treffen, die mit dem Vertrag vereinbar sind.

Aufbau der Richtlinie 1999/92/EG

Verfügender Teil

Abschnitt	Artikel	Überschrift
I	1-2	Allgemeine Bestimmungen
II	3-9	Pflichten des Arbeitgebers
	3	Verhinderung von und Schutz gegen Explosionen
	4	Beurteilung der Explosionsrisiken
	5	Allgemeine Verpflichtungen
	6	Koordinierungspflicht
	7	Bereiche mit explosionsfähigen Atmosphären
	8	Explosionsschutzdokument
	9	Besondere Vorschriften für Arbeitsmittel und Arbeitsstätten
III	10-15	Sonstige Bestimmungen
Anhang I		**Einteilung von Bereichen, in denen explosionsfähige Atmosphären vorhanden sein können** 1. Bereiche, in denen explosionsfähige Atmosphären vorhanden sein können 2. Einteilung von explosionsgefährdeten Bereichen
Anhang II A		**Mindestvorschriften zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können** 1. Organisatorische Maßnahmen 2. Explosionsschutzmaßnahmen
Anhang II B		**Kriterien für die Auswahl von Geräten und Schutzsystemen**
Anhang III		**Warnzeichen zur Kennzeichnung von Bereichen, in denen explosionsfähige Atmosphären auftreten können**

Anwendungsbereich:
Diese Richtlinie ist die 15. Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG; sie legt Mindestvorschriften in bezug auf Sicherheit und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer fest, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können.

Die Richtlinie 1999/92/EG

Sie gilt nicht für:

a) Bereiche, die unmittelbar für die medizinische Behandlung von Patienten und während dieser Behandlung genutzt werden;

b) die Verwendung von Gasverbrauchseinrichtungen gemäß der Richtlinie 90/396/EWG;

c) Herstellung, Handhabung, Verwendung, Lagerung und Transport von Sprengstoffen oder chemisch instabilen Stoffen;

d) mineralgewinnende Betriebe, die den Richtlinien 92/91/EWG oder 92/104/EWG unterliegen;

e) die Benutzung von Transportmitteln auf dem Land-, Wasser- und Luftweg, auf die die einschlägigen Bestimmungen der internationalen Übereinkünfte (z. B. ADNR, ADR, ICAO, IMO, RID) und die Gemeinschaftsrichtlinien zur Umsetzung dieser Übereinkünfte angewandt werden.

Transportmittel zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen sind nicht ausgenommen.

Minimierung und Beurteilung der Explosionsrisiken

Der Arbeitgeber hat die Pflicht, Maßnahmen nach folgender Rangordnung durchzuführen:

1. Explosionsfähige Atmosphäre verhindern, wenn möglich durch Stoffsubstitution.
2. Zündungen der explosionsfähigen Atmosphäre verhindern.
3. Schädliche Auswirkungen zu minimieren.

Dieses Konzept ist in Deutschland bereits durch die Explosionsschutzregeln der Berufsgenossenschaft Chemie bekannt und in der Praxis seit vielen Jahren umgesetzt. Neu in dieser Richtlinie ist die Systematik, mit der die Maßnahmen festgelegt und dokumentiert werden.

Nach Bewertung aller verbleibenden Explosionsrisiken, wobei auch die Wechselwirkungen der Anlagen, verwendeten Stoffen, Verfahren und ihre möglichen Wechselwirkungen betrachtet wurden, müssen Maßnahmen zur Arbeitssicherheit festgelegt werden, damit die Gesundheit und die Arbeitssicherheit jederzeit gewährleistet ist. Dabei werden besondere Anforderungen an die Koordinierungspflicht des Arbeitgebers an der Arbeitsstätte gefordert.

Einteilung von explosionsgefährdeten Bereichen

Explosionsgefährdete Bereiche werden nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens von explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen unterteilt. Aus dieser Einteilung ergibt sich der Umfang der zu ergreifenden Maßnahmen.

Zone 0
Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

Zone 1
Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

Zone 2
Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

Zone 20
Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

Zone 21
Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub bilden kann.

Zone 22
Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

ANMERKUNG:
1. Schichten, Ablagerungen und Aufhäufungen von brennbarem Staub sind wie jede andere Ursache, die zur Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre führen kann, zu berücksichtigen.
2. Als Normalbetrieb gilt der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt werden.

Die Richtlinie 1999/92/EG

Das Explosionsschutzdokument

Im Rahmen seiner Pflichten stellt der Arbeitgeber sicher, dass ein Dokument (nachstehend *„Explosionsschutzdokument"* genannt) erstellt und auf dem letzten Stand gehalten wird.

Aus dem Explosionsschutzdokument muss insbesondere hervorgehen,

- dass die Explosionsrisiken ermittelt und einer Bewertung unterzogen worden sind;
- dass angemessene Maßnahmen getroffen werden, um die Ziele dieser Richtlinie zu erreichen;
- welche Bereiche entsprechend Anhang I in Zonen eingeteilt wurden;
- für welche Bereiche die Mindestvorschriften gemäß Anhang II gelten;
- dass die Arbeitsstätte und die Arbeitsmittel einschließlich der Warneinrichtungen sicher gestaltet sind und sicher betrieben und gewartet werden;
- dass gemäß der Richtlinie 89/655/EWG des Rates sichere Vorkehrungen für die sichere Benutzung von Arbeitsmitteln getroffen worden sind.

Das Explosionsschutzdokument wird vor Aufnahme der Arbeit erstellt. Es muss überarbeitet werden, wenn wesentliche Änderungen, Erweiterungen oder Umgestaltungen der Arbeitsstätte, der Arbeitsmittel oder des Arbeitsablaufes vorgenommen werden.

Der Arbeitgeber kann bereits vorhandene Explosionsrisikoabschätzungen, Dokumente oder andere gleichwertige Berichte, die im Rahmen anderer gemeinschaftlicher Akte erstellt wurden, miteinander kombinieren.

Anhang II A

Mindestvorschriften zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können.

1. Organisatorische Maßnahmen

- Angemessene Unterweisung der Arbeitnehmer
- Schriftliche Anweisungen und Arbeitsfreigaben
- Gegebenenfalls schriftliche Anweisungen zur Arbeitsausführung
- Arbeitsfreigabesystem für gefährliche Arbeiten
- Arbeitsfreigabe durch verantwortliche Person

2. Explosionsschutzmaßnahmen

- Entwichene Ex-Atmosphäre unschädlich machen
- Auslegung auf größtes Risikopotential
- Vermeidung aller Zündgefahren (z.B. statische Aufladung von Personen)
- Inbetriebnahme unter Beachtung des Explosionsschutzdokumentes
- Installation und Betrieb nach geringstem Ex-Risiko
- Ggf. Warnung vor Ex-Atmosphäre (optisch/akustisch)
- Bereitstellung von Fluchtmitteln
- Erstprüfung durch befähigte Person
- Maßnahmen aus Risikobewertung
- Gefahren durch Energieausfall
- Handbetrieb bei Geräten und Schutzsystemen
- Sicherer Abbau von gespeicherter Energie

Anhang II B

Kriterien für die Auswahl von Geräten und Schutzsysteme:

Sofern im Explosionsschutzdokument unter Berücksichtigung der Risikoabschätzung nicht anders festgelegt wurde, werden Geräte und Schutzsysteme gemäß Richtlinie 94/9/EG ausgewählt.

Zone	Kategorie
0 oder 20	1
1 oder 21	1 oder 2
2 oder 22	1, 2 oder 3

Anhang III

Warnzeichen zur Kennzeichnung von Bereichen, in denen explosionsfähige Atmosphären auftreten können.







Die Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)

Mit dieser Verordnung, die am 03.10.2002 in Kraft getreten ist, wird unter anderem die Richtlinie 1999/92/EG in deutsches Recht umgesetzt. Die Richtlinie wurde gemäß Artikel 137 des Vertrages zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft erlassen und stellt damit nur eine Mindestvorschrift dar. Es wird darin ausdrücklich gesagt, dass die aufgrund dieses Artikels erlassenen Bestimmungen die Mitgliedstaaten nicht daran hindern, strengere Schutzmaßnahmen beizubehalten oder zu treffen, die mit dem Vertrag vereinbar sind. Im Rahmen der in der BetrSichV enthaltenen Übergangsbestimmungen löste sie auf dem Gebiet des Explosionsschutzes die ElexV ab.

Inhaltsübersicht

Wie man der Inhaltsübersicht entnehmen kann, regelt die BetrSichV nicht allein den Bereich Explosionsschutz. Mit ihr werden noch eine Reihe anderer Verordnungen wie z.B die Verordnung über brennbare Flüssigkeiten oder die Druckbehälterverordnung abgelöst. Durch diesen großen Regelungsumfang der Verordnung ist es nicht unbedingt einfach, die einzelnen Bestimmungen der umgesetzten EG-Richtlinie 1999/92/EG sofort wieder zu finden. Von der bereits erwähnten Möglichkeit über die Mindestanforderung der Richtlinie bei der Umsetzung ins nationale Recht hinauszugehen, hat der deutsche Gesetzgeber insofern Gebrauch gemacht, dass er klare Anforderungen stellt für die Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme, die wiederkehrenden Prüfungen und die Prüfung nach der Instandsetzung von Geräten.

Die Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV

Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Gefährdungsbeurteilung

Gemäß §3 BetrSichV hat der Arbeitgeber eine Gefährdungsbeurteilung nach Arbeitsschutzgesetz und Gefahrstoffverordnung durchzuführen und die notwendigen Maßnahmen für die sichere Bereitstellung und Benutzung der Arbeitsmittel zu ermitteln. Kann die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären nicht sicher verhindert werden, so hat der Arbeitgeber zu beurteilen:

1. die Wahrscheinlichkeit und die Dauer des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären,

2. die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins, der Aktivierung und des Wirksamwerdens von Zündquellen einschließlich elektrostatischer Entladungen und

3. das Ausmaß der zu erwartenden Auswirkungen von Explosionen.

Für Arbeitsmittel sind insbesondere Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen zu ermitteln. Ferner hat der Arbeitgeber die notwendigen Voraussetzungen zu ermitteln und festzulegen, welche die Personen erfüllen müssen, die von ihm mit der Prüfung oder Erprobung von Arbeitsmitteln zu beauftragen sind.

Für den Explosionsschutz sind die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung mit den resultierenden Maßnahmen im Explosionsschutzdokument zu dokumentieren.

Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche

Ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung die Notwendigkeit einer Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche, so ist der Umfang der zu treffenden Vorkehrungen gemäß Anhang 4 der BetrSichV festzulegen.

Explosionsschutzdokument

Das Explosionsschutzdokument gemäß §6 BetrSichV muss keine umfangreiche zusätzliche Dokumentation sein. In ihm kann auch auf bestehende Dokumente verwiesen werden. In einem allgemeinen Teil ist die Systematik bei der Beurteilung von Explosionsgefahren (innerhalb und außerhalb von Apparaten) mit den getroffenen Maßnahmen zum Anhang 4 der BetrSichV zu dokumentieren.

Im anlagenspezifischen Teil werden die sicherheitstechnischen Kenngrößen, Lüftungsbedingungen mit den resultierenden Zonenfestlegungen und den sich daraus ergebenden Installationsfestlegungen beschrieben. Zur Konkretisierung des Explosionsschutzdokumentes kann die von der NAMUR erstellte Empfehlung NE 99 genutzt werden.

Insbesondere muss hieraus hervorgehen:

1. dass die Explosionsgefährdungen ermittelt und einer Bewertung unterzogen worden sind,

2. dass angemessene Vorkehrungen getroffen werden, um die Ziele des Explosionsschutzes zu erreichen,

3. welche Bereiche entsprechend Anhang 3 in Zonen eingeteilt wurden und

4. für welche Bereiche die Mindestvorschriften gemäß Anhang 4 gelten.

Das Explosionsschutzdokument ist gemäß § 6 (3) vor der Aufnahme der Arbeit zu erstellen. Es ist zu überarbeiten, wenn Veränderungen, Erweiterungen oder Umgestaltungen der Arbeitsmittel oder des Arbeitsablaufes vorgenommen werden.

Nach der Festlegung sind die örtlichen Bereiche, in denen mit dem Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre gerechnet werden muss, durch das Verbotsschild V2 „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ (Abb.1) und durch das Warnzeichen „Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre“ (Abb. 2) gemäß Richtlinie 1999/92/EG und BetrSichV deutlich erkennbar und dauerhaft zu kennzeichnen.



Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten (Abb.1)



Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre (Abb. 2)

Die Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV

Bei der Gefährdungsbeurteilung und der Zoneneinteilung sind hilfreich:

- die Explosionsschutz-Regeln (EX-RL), Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung,
- die EN 1127-1 Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik
- und die EN 60079-10-1 und -2 Einteilung von explosionsgefährdeten Bereichen.

Pflichten des Herstellers

Der Hersteller muss die elektrischen Betriebsmittel, die zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen bestimmt sind, entsprechend den Anforderungen der Richtlinie 94/9/EG entwickeln und herstellen.

Falls in der Richtlinie gefordert, sind die Prüfungen durch eine unabhängige Prüfstelle zu veranlassen. Die von der Prüfstelle ausgestellte EG-Baumusterprüfbescheinigung ist in diesem Fall Voraussetzung für die Ausstellung einer Konformitätserklärung durch den Hersteller. Das Mitliefern einer Konformitätserklärung und einer aussagekräftigen Betriebsanleitung ist für den Hersteller nach europäischem Recht zwingend vorgeschrieben.

Der Hersteller ist verpflichtet, jedes elektrische Betriebsmittel so zu fertigen, dass es den Prüfungsunterlagen und Prüfmustern entspricht. Schließlich ist er auch verpflichtet, jedes gefertigte Stück eines explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmittels einer Stückprüfung zu unterziehen und nach bestandener Stückprüfung entsprechend zu kennzeichnen. Sind bei der Verwendung des Betriebsmittels *„besondere Bedingungen“* zu beachten, dann muss der Hersteller dem Errichter oder Betreiber diese Information in geeigneter Weise zusammen mit dem Betriebsmittel zur Verfügung stellen.

Betriebsmittel nach Richtlinie 94/9/EG müssen mit D gekennzeichnet werden. Zusätzlich muss das CE-Kennzeichen aufgebracht sein. An dieser Stelle sei angemerkt, dass es auch Geräte nach altem Recht mit der Kennzeichnung CE gab, und zwar dann, wenn sie bereits einem anderen bereits harmonisierten Rechtsbereich unterlagen (z.B. EMV- oder Maschinen-Richtlinie). Außerdem ist die Kennzeichnung des Gerätes mit der Gerätekategorie erforderlich.

Für die Gerätegruppe II geschieht dies in Verbindung mit der Kategorienummer und dem Buchstaben

G (GAS) für Gase

II 1G für Zone 0, 1, 2
II 2G für Zone 1, 2
II 3G für Zone 2

oder D (DUST) für Stäube:

II 1D für Zone 20, 21, 22
II 2D für Zone 21, 22
II 3D für Zone 22

Der Hersteller oder dessen Bevollmächtigter müssen eine Konformitätserklärung abgeben, in der sie die Konformität des Betriebsmittels mit den geltenden Bestimmungen erklären. Darüber hinaus muss der Hersteller eine Betriebsanleitung in einer Gemeinschaftssprache, sowie, falls erforderlich, in der Sprache des Verwendungslandes erstellen.

Ein Aspekt der Betriebsanleitung ist die Beschreibung der bestimmungsgemäßen Verwendung. Ein weiterer neuer Aspekt liegt in der Beschreibung aller notwendigen Sicherheitshinweise (z.B. aus der Baumusterprüfbescheinigung) und aller Angaben zur sicheren Verwendung. Der Betreiber des Betriebsmittels muss diese Betriebsanleitung vollständig beachten, da sonst das Betriebsmittel seine Zulassung verliert. Die Baumusterprüfbescheinigung ist nicht mehr verpflichtender Bestandteil der Dokumentation.

Pflichten des Errichters

Elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen müssen nach den gesetzlichen Vorschriften errichtet werden. Seit dem 03.10.2002 gilt hierfür die BetrSichV. Vor diesem Zeitpunkt war die ElexV anzuwenden. In der BetrSichV wird wie schon in der ElexV unverändert die Berücksichtigung des Standes der Technik gefordert.

Die Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV

Für die Errichtung ist daher die VDE 0165-1 *„Explosionsfähige Atmosphäre - Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen“* und die VDE 0100 *„Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 Volt“* eine wichtige Informationsquelle. Soweit die Merkmale von VDE 0101 *„Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV“* und/oder VDE 0800 *„Fernmeldetechnik“* auf die Anlagen zutreffen, sind auch diese zu berücksichtigen.

Auswahl elektrischer Betriebsmittel

Mit der Zoneneinteilung und der Festlegung der kritischsten Temperaturklasse bzw. Temperatur und Explosionsgruppe können jetzt die elektrischen Betriebsmittel ausgewählt werden. Als oberster Grundsatz gilt, dass nur die unbedingt notwendigen elektrischen Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen installiert werden sollen. Grundsätzlich müssen die Betriebsmittel so ausgewählt und installiert werden, dass sie hinreichend gegen äußere Einflüsse, die den Explosionsschutz beeinträchtigen könnten, z.B. chemische Einflüsse (Lösungsmittel), Feuchtigkeit (Spritzwasser, Kondenswasser) oder Schwingungen, geschützt sind.

Auswahl der Betriebsmittel nach Temperaturklassen

Wie bereits in einem vorherigen Abschnitt beschrieben, wird einem entzündbaren Stoff (z.B. Schwefelwasserstoff) aufgrund seiner Zündtemperatur (Tz= 270 °C) eine Temperaturklasse (T3) zugeordnet. Als Betriebsmittel dürfen für dieses Beispiel nur Geräte mit der Temperaturklasse T3 bis T6 eingesetzt werden. Damit kann die maximale Oberflächentemperatur des Betriebsmittels die sie umgebende explosionsfähige Atmosphäre nicht entzünden.

Bei der Ermittlung der Temperaturklasse der Betriebsmittel geht man in der Regel von einer Umgebungstemperatur von -20 °C bis +40 °C aus. Soll das Betriebsmittel bei einer anderen (meist höheren) Umgebungstemperatur eingesetzt werden, so muss dieses Betriebsmittel hierfür ausgelegt, bescheinigt und entsprechend gekennzeichnet sein. Bei einigen Geräten wird ein Temperaturklassenbereich (z.B. T4 -T3) angegeben. Hier muss z.B. der Einfluss des Mediums (Messmedium) auf die maximale Oberflächentemperatur und somit auf die Temperaturklasse berücksichtigt werden. In der EG-Baumusterprüfbescheinigung bzw. in der Bedienungsanleitung wird der Zusammenhang von Messmedium mit der Temperaturklasse angegeben. Der Errichter und später der Betreiber sind für die richtige Auswahl und Einhaltung der Temperaturklasse verantwortlich.

Pflichten des Betreibers

Auszug aus BetrSichV § 12, Betrieb:
„Überwachungsbedürftige Anlagen müssen nach dem Stand der Technik montiert, installiert und betrieben werden. Bei der Einhaltung des Standes der Technik sind die vom Ausschuss für Betriebssicherheit ermittelten und vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung im Bundesarbeitsblatt veröffentlichten Regeln und Erkenntnisse zu berücksichtigen.“

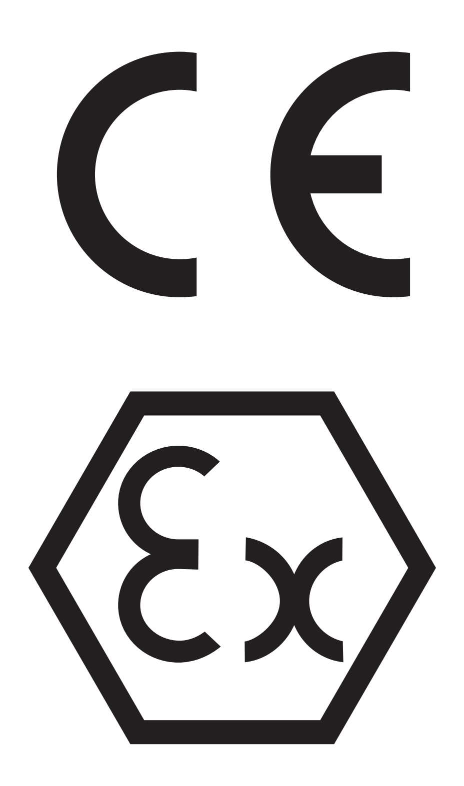
Solange vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung (BMAS) keine anderen Festlegungen getroffen worden sind, muss der Betreiber auf das gültige Normenwerk zurückgreifen, um den Stand der Technik zu realisieren.

Der Betreiber ist nach den §§ 14 und 15 BetrSichV verpflichtet, die elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen seines Betriebes auf ihren ordnungsgemäßen Zustand durch eine *„befähigte Person“* prüfen zu lassen und zwar

- vor der ersten Inbetriebnahme (§ 14) und
- in bestimmten Zeitabständen (§ 15)
- gegebenenfalls Prüfung vor Erstnutzung des Arbeitsplatzes nach Anhang 4, Abschnitt A Nr. 3.8.

Bei wiederkehrenden Prüfungen muss der Betreiber im Hinblick auf die betrieblichen Anforderungen die Fristen so bemessen, dass entstehende Mängel rechtzeitig festgestellt werden. Die Prüfungen sind jedoch mindestens alle drei Jahre durchzuführen.

Die Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV



Die Durchführung und das Ergebnis der vorgeschriebenen oder angeordneten Prüfungen ist aufzuzeichnen. Diese Aufzeichnungen sind am Betriebsort der überwachungsbedürftigen Anlage aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzuzeigen.

Der Betreiber ist nach § 12 (3) BetrSichV verpflichtet, eine elektrische Anlage in explosionsgefährdeten Räumen in ordnungsgemäßem Zustand zu erhalten, ordnungsgemäß zu betreiben, zu überwachen und notwendige Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen unverzüglich vorzunehmen. Schließlich ist der Betreiber auch verpflichtet dafür Sorge zu tragen, dass die elektrische Anlage sachgemäß betrieben wird. Nach § 18 der BetrSichV hat der Betreiber der zuständigen Behörde unverzüglich

- jeden Unfall, bei dem ein Mensch getötet oder verletzt worden ist, und
- jeden Schadensfall, bei dem Bauteile oder sicherheitstechnische Einrichtungen versagt haben oder beschädigt worden sind, anzuzeigen.

Die zuständige Behörde kann vom Betreiber verlangen, dass dieser das anzuzeigende Ereignis auf seine Kosten durch eine möglichst im gegenseitigen Einvernehmen bestimmte zugelassene Überwachungsstelle sicherheitstechnisch beurteilen lässt und ihr die Beurteilung schriftlich vorlegt. Die sicherheitstechnische Beurteilung hat sich insbesondere auf die Feststellung zu erstrecken,

- worauf das Ereignis zurückzuführen ist,
- ob sich die überwachungsbedürftige Anlage nicht in ordnungsgemäßem Zustand befand und ob nach Behebung des Mangels eine Gefährdung nicht mehr besteht und
- ob neue Erkenntnisse gewonnen worden sind, die andere oder zusätzliche Schutzvorkehrungen erfordern.

Zündungen innerhalb druckfest gekapselter Betriebsmittel, die sich nicht auf die Umgebung fortsetzen, müssen nicht angezeigt werden.

Grundlagen des Explosionsschutzes

Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)

Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)

Die Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) konkretisieren die Betriebssicherheitsverordnung hinsichtlich der Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen sowie der Ableitung von geeigneten Maßnahmen. Bei Anwendung der beispielhaft genannten Maßnahmen kann der Arbeitgeber insoweit die Vermutung der Einhaltung der Vorschriften der Betriebssicherheitsverordnung für sich geltend machen. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, hat er die gleichwertige Erfüllung der Verordnung schriftlich nachzuweisen. Mit der Einführung der BetrSichV hat man eine neue Struktur des Technischen Regelwerkes geschaffen, bei der man gefährdungsorientiert die unterschiedlichen Anlagen bewerten kann. In diesen Technischen Regeln werden Ziele vorgegeben, die dem Betreiber technische Spielräume ermöglichen, um diese Ziele zu erreichen. Zusätzlich werden Technische Regeln nur dann erstellt, wenn sie als unbedingt notwendig erachtet werden. Die TRBS geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene entsprechende Regeln und sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse für die Bereitstellung und Benutzung von Arbeitsmitteln sowie den Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen wieder. Sie werden vom Ausschuss für Betriebssicherheit (ABS) ermittelt und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) im Bundesarbeitsblatt bekannt gegeben.

Die Struktur und die Anwendung der TRBS, mit dem der Arbeitgeber im Haftungsfall ein regelkonformes Handeln nachweisen kann, kann aus der TRBS 1001 entnommen werden. Die Technischen Regeln können kostenlos von der Internetseite www.baua.de heruntergeladen werden.

Übersicht der für den Explosionsschutz relevanten veröffentlichten TRBS (Stand Juli 2010)

TRBS 1111 Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung
TRBS 1112 Teil 1 Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten - Beurteilungen und Schutzmaßnahmen
TRBS 1123 Änderungen und wesentliche Veränderungen von Anlagen nach § 1 Abs. 2 Satz 1 Nr. 3 BetrSichV - Ermittlung der Prüfnotwendigkeit gemäß § 14 Abs. 1 und 2 BetrSichV
TRBS 1201 Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
TRBS 1201 Teil 1 Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen
TRBS 1201 Teil 2 Prüfungen bei Gefährdungen durch Dampf und Druck
TRBS 1201 Teil 3 Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der RL 94/9/EG- Ermittlung der Prüfnotwendigkeit gemäß § 14 Abs. 6
TRBS 1201 Teil 5 Prüfung von Lageranlagen, Füllstellen, Tankstellen und Flugfeldbetankungsanlagen, soweit entzündliche, leichtentzündliche oder hochentzündliche Flüssigkeiten gelagert oder abgefüllt werden, hinsichtlich Gefährdungen durch Brand und Explosion
TRBS 1203 Befähigte Personen
TRBS 2152 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Allgemeines
TRBS 2152 Teil 1 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Beurteilung der Explosionsgefährdung
TRBS 2152 Teil 2 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
TRBS 2152 Teil 3 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
TRBS 2152 Teil 4 Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken
TRBS 2153 Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen

Methodisches Vorgehen:

Eine wesentliche Grundlage, auch für den Explosionsschutz, stellt die TRBS 1111 *„Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung“* dar. Hier werden die allgemeinen Verpflichtungen der Betreiber und die daraus resultierenden Maßnahmen festgelegt.

Eine weitere Konkretisierung und damit mehr Rechtssicherheit erhält der Arbeitgeber/Betreiber mit den Technischen Regel zu den Einstufungen bei Änderungen und wesentlichen Veränderungen durch die Technischen Regeln:

TRBS 1123: Änderungen und wesentliche Veränderungen von Anlagen nach § 1 Abs. 2 Satz 1 Nr.3 BetrSichV - Ermittlung der Prüfnotwendigkeit gemäß § 14 Abs. 1 und 2 BetrSichV.

Prüfungen:

Die TRBS 1201 beschreibt in der Dachregel die Vorgehensweise wie Arbeitsmittel und überwachungsbedürftige Anlagen gemäß BetrSichV zu prüfen sind. Die TRBS 1201, Teil 1 ergänzt bzw. konkretisiert die Prüfanforderungen für den Explosionsschutz. Neben Begriffsbestimmungen wird die Vorgehensweise zur Erstellung eines Prüfkonzeptes und die Ziele der Prüfungen festgelegt. Im Anhang der TRBS werden zusätzlich Prüfsätze zur Prüfung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen nach Anhang 4 Abschnitt A Nr. 3.8 BetrSichV vorgegeben.

Die Ansätze der Technischen Regel werden von der NAMUR Empfehlung NE 112 aufgegriffen und weiter konkretisiert (es werden Hinweise zur Ausgestaltung von betrieblichen Prüfkonzepten gegeben). Auf die Integration der Prüfungen in den Instandhaltungsprozess wird dabei besondere Beachtung gelegt. Diese NAMUR Empfehlung kann für den elektrischen und den nicht-elektrischen Explosionsschutz angewendet werden.



Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)





Durch die TRBS 1201, Teil 3, *„Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG - Ermittlung der Prüfnotwendigkeit gemäß § 14 Abs. 6 BetrSichV“* wird für den Betreiber konkretisiert, unter welchen Bedingungen eine Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen gemäß § 14 (6) BetrSichV prüfpflichtig wird (Prüfung durch eine befähigte Person mit behördlicher Anerkennung, Hersteller oder durch eine zugelassene Überwachungsstelle).

Mit der TRBS 1201, Teil 5 *„Prüfung von Lageranlagen …“* werden die Rahmenbedingungen zur Prüfung von Lageranlagen mit einem Gesamtrauminhalt von mehr als 10.000 Litern, Füllstellen mit einer Umschlagkapazität von mehr als 1.000 Litern je Stunde, Tankstellen und Flugfeldbetankungsanlagen sowie Entleerstellen mit einer Umschlagkapazität von mehr als 1.000 Litern je Stunde, soweit entzündliche, leichtentzündliche oder hochentzündliche Flüssigkeiten gelagert oder abgefüllt werden, konkretisiert.



Befähigte Personen:

In der TRBS 1203 *„Befähigte Personen“* werden die Anforderungen an befähigte Personen zur Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen, die Geräte, Schutzsysteme oder Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen im Sinne des Artikels 1 der Richtlinie 94/9/EG sind oder beinhalten, beschrieben. Hierbei werden drei verschiedene Anforderungen unterschieden:

Prüfungen nach

- §§14 (1-3), 15 BetrSichV durch eine befähigte Person
- § 14(6) BetrSichV durch eine von der Behörde anerkannte befähigte Person
- Anhang 4 Teil A Nr. 3.8 durch eine besonders befähigte Person

Brand- und Explosionsgefährdungen:

Die gefährdungsorientierten Technischen Regeln zum Brand- und Explosionsschutz beginnen mit 215x. Zum Thema Brandschutz ist die TRBS 2151 in Bearbeitung.

Veröffentlicht sind:

- TRBS 2152 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Allgemeines
- TRBS 2152 Teil 1 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Beurteilung der Explosionsgefährdung
- TRBS 2152 Teil 2 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- TRBS 2152 Teil 3 Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- TRBS 2152 Teil 4 Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken
- TRBS 2153 Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen

Der Teil 3 der TRBS 2152 behandelt die Gefährdungen durch die einzelnen Zündquellen und beschreibt die entsprechenden Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung.

In der TRBS 2152, Teil 4 werden die Möglichkeiten des konstruktiven Explosionsschutzes beschrieben:

- Explosionsfeste Bauweise
- Explosionsdruckentlastung
- Explosionsunterdrückung
- Explosionstechnische Entkopplung (von Flammen und Druck).

Diese Technischen Regeln konkretisieren nicht nur die Betriebssicherheitsverordnung hinsichtlich der Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen sowie der Ableitung von geeigneten Maßnahmen bei der Bereitstellung und Benutzung von Arbeitsmitteln sowie für den Betrieb von überwachungsbedürftigen Anlagen, sondern konkretisieren gleichzeitig die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, einschließlich deren Einstufung und Kennzeichnung. Deshalb wurden sie mit gleichem Inhalt als TRGS – Technische Regeln für Gefahrstoffe veröffentlicht. Sie beinhalten, redaktionell bearbeitet, den *„primären Explosionsschutz“* aus den bekannten Explosionsschutz-Regeln der BG-Chemie (EX-RL).

Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche: Grundlagen

Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche

Grundlagen

Einteilung in Gruppen

Es wäre unwirtschaftlich, alle explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmittel so zu bauen, dass sie in allen Bereichen verwendet werden können. Darüber hinausgehend sind auch noch weitere Randbedingungen, z.B. in Bezug auf Zündtemperatur, das Zünddurchschlagsvermögen und die Zündfähigkeit der explosionsfähigen Stoffe zu beachten. Deshalb werden die elektrischen Betriebsmittel in Gruppen und Temperaturklassen eingeteilt.

Gruppe I:
umfasst die elektrischen Betriebsmittel für schlagwettergefährdete Grubenbaue wie Kohlengruben.
Gruppe II:
umfasst die elektrischen Betriebsmittel für alle gasexplosionsgefährdeten Bereiche
Gruppe III:
umfasst die elektrischen Betriebsmittel für alle staubexplosionsgefährdeten Bereiche

Einteilung der Gase und Dämpfe

Bei den elektrischen Betriebsmitteln der Gruppe II erfolgt eine Unterteilung in A, B, und C.
Sie beruht bei der druckfesten Kapselung auf der experimentell ermittelten Grenzspaltweite (MESG) und bei den eigensicheren elektrischen Betriebsmitteln auf dem Mindestzündstrom (MIC). Für alle Betriebsmittel zu beachten ist die darüber hinausgehende Unterteilung in Gruppen bezüglich des Risikos der elektrostatischen Aufladung/Entladung. Darüber hinausgehend sind ebenfalls die Gefahren durch elektromagnetische und optische Strahlungen zu berücksichtigen.

Einteilung der Stäube

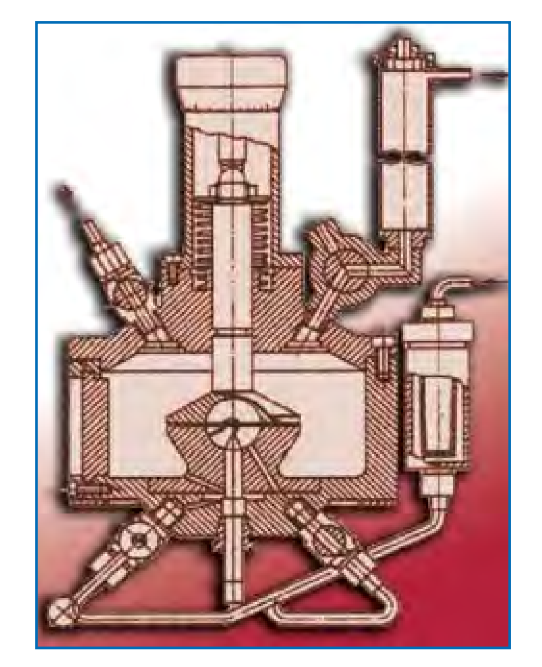
Bei den elektrischen Betriebsmitteln der Gruppe III erfolgt in Anlehnung an das Grundprinzip der Unterteilung der elektrischen Betriebsmittel der Gruppe II ebenfalls eine Unterteilung in die Gruppen A, B und C. Basis ist hier die Eigenschaft des „Staubes“.
III A für brennbare Flusen
III B für nichtleitfähige Stäube
III C für leitfähige Stäube

Experimentell ermittelte Grenzspaltweite (MESG)

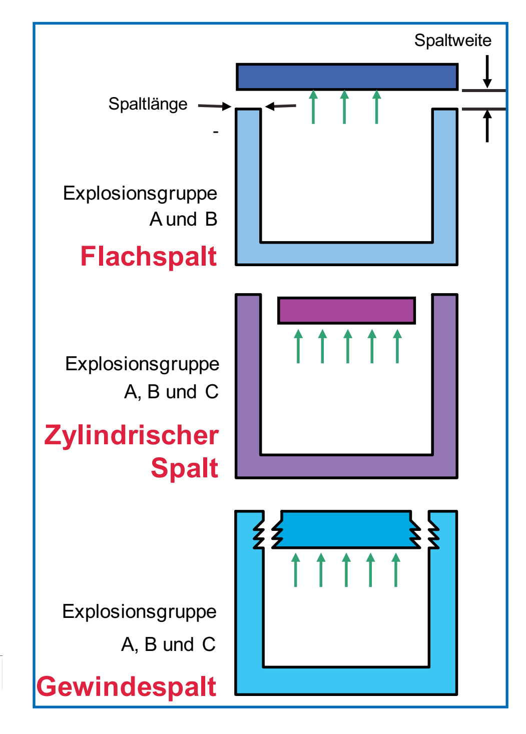
Definition:

Die größte Spaltweite zwischen Ober- und Unterteil der Innenkammer einer Prüfanordnung, die unter festgelegten Bedingungen bei Entzündung des im Inneren befindlichen Gemisches verhindert, dass das in der Außenkammer befindliche Gemisch durch einen 25 mm langen Spalt gezündet wird.

Gruppen	Grenzspaltweite in mm	Mindestzündstromverhältnis
II A	> 0,9	> 0,8
II B	0,5 bis 0,9	0,45 bis 0,8
II C	< 0,5	< 0,45



Gerät zur experimentellen Prüfung der Grenzspaltweite (MESG) gemäß IEC 60079-20-1.



Spaltvarianten in der Praxis: Gewindespalt, Flachspalt, zylindrischer Spalt

Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche: Grundlagen

Gerät zur experimentellen Prüfung des Mindestzündstromes (MIC)

Mindestzündstrom (MIC)

Zur Entzündung eines explosionsfähigen Gemisches ist eine Mindestzündenergie erforderlich. Durch eine äußere Zündquelle, beispielsweise einen elektrischen Funken, entsteht lokal in einem kleinen Volumenbereich einer explosionsfähigen Atmosphäre eine hohe Temperatur, und es erfolgt eine Verbrennung. Die durch den Funken zugeführte und durch Verbrennung entstehende Wärme erwärmt die Nachbarschichten, aber gleichzeitig wird Energie durch Wärmeleitung nach außen abgeführt.

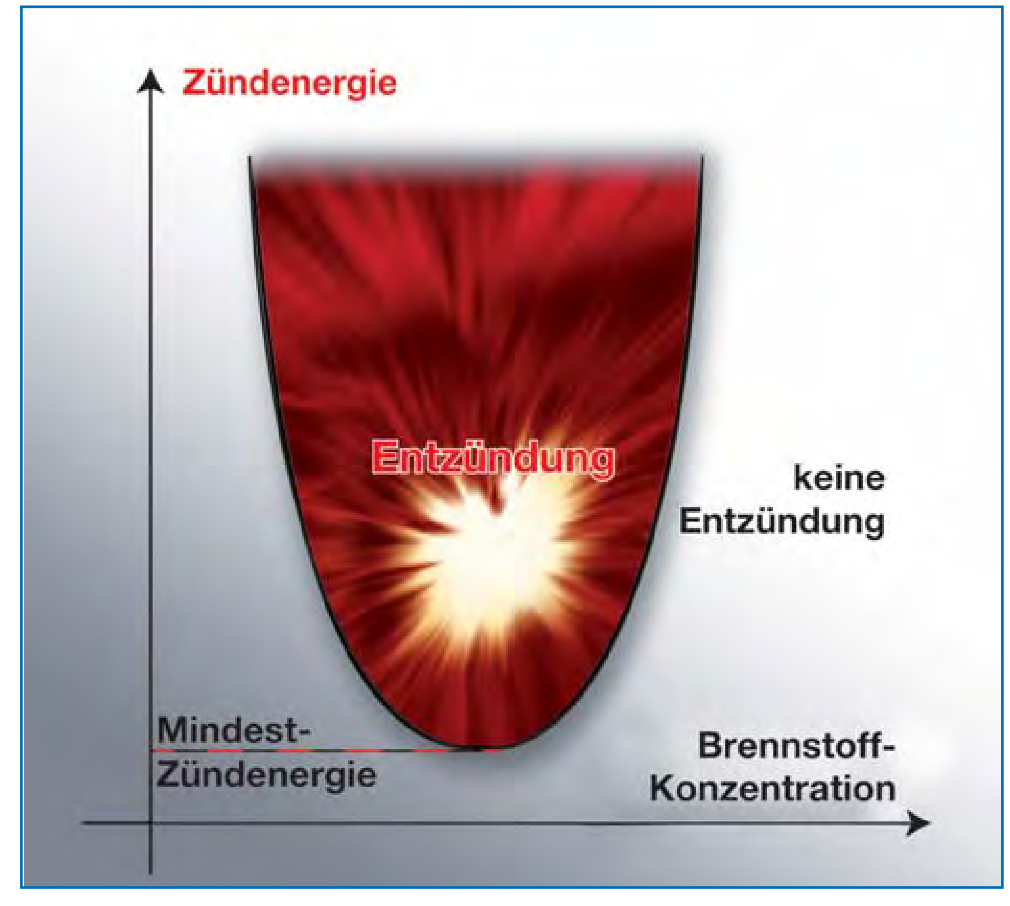
Ist die Wärmeabfuhr größer als die zugeführte und erzeugte Wärmemenge, ist eine Fortpflanzung der Verbrennung auf Nachbarvolumenbereiche nicht möglich. Erst wenn durch die äußere Zündquelle so viel Energie zugeführt wird, dass die Temperatur der Nachbarschichten über ihre Zündtemperatur ansteigt, pflanzt sich die Verbrennung selbständig fort und es kommt zur Explosion.

Diese Grundkenntnisse werden bei der Zündschutzart „Eigensicherheit" genutzt. Man begrenzt die elektrischen Werte eines Stromkreises so weit, dass die zur Zündung erforderliche Mindestzündenergie nicht erreicht wird.

Mindestzündenergie:

Kleinste, in einem Kondensator gespeicherte, elektrische Energie, die bei der Entladung dieses Kondensators über eine Funkenstrecke das zündwilligste Brennstoff/ Luftgemisch bei Atmosphärendruck und Raumtemperatur gerade noch zu zünden vermag. Grenzspaltweite und Mindestzündstromverhältnis stehen in einem gewissen Zusammenhang.

Um Gase und Dämpfe in geeigneter Weise für die Forderungen des Explosionsschutzes einteilen zu können genügt es deshalb, für die Mehrzahl der industriell verwendeten Gas- und Dampf-Luftgemische nur eine der beiden Eigenschaften zu bestimmen.



Zündenergie in Abhängigkeit der Konzentration eines brennbaren Stoffes in Luft

Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche: Grundlagen

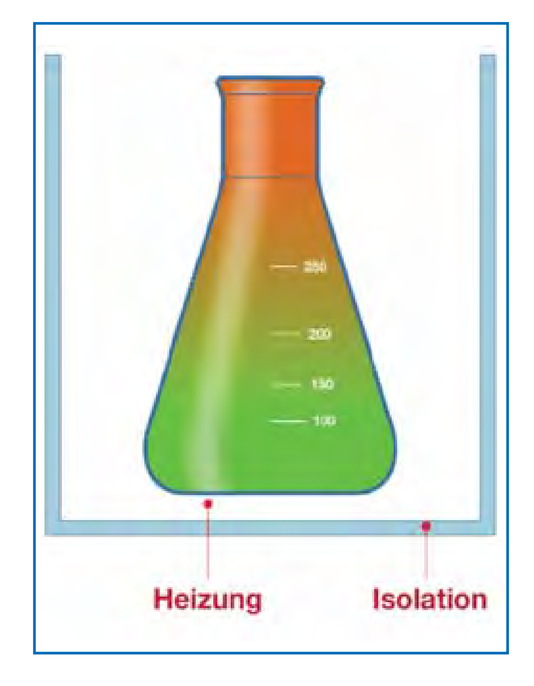
Zündtemperatur und Temperaturklassen

Die höchste Oberflächentemperatur des elektrischen Betriebsmittels darf die Zündtemperatur der gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre nicht erreichen. Dabei versteht es sich, dass ein Betriebsmittel, das den Bestimmungen der Temperaturklasse T 3 entspricht, auch für explosionsfähige Atmosphären der Temperaturklassen T 1 und T 2 geeignet ist.

Als Zündtemperatur eines brennbaren Stoffes gilt die mit einem Prüfgerät ermittelte niedrigste Temperatur einer erhitzten Wand, an der sich der brennbare Stoff im Gemisch mit Luft gerade noch entzündet.

Die Daten sind in der IEC TR 60079-20 enthalten. Die Zündtemperaturen der verschiedenen explosionsfähigen Gemische unterscheiden sich sehr stark. Während ein Gemisch aus Luft und Stadtgas erst bei 560 °C gezündet wird, kommt ein Benzin-Luft-Gemisch bereits bei etwa 250 °C zur Entzündung.

Diese Eigenschaften führten zu einer Klassifizierung und damit zu einer Einteilung in Temperaturklassen.



Experimentelle Ermittlung der Zündtemperaturen brennbarer Stoffe nach IEC 60079-20-1

Temperaturklasse	Höchstzulässige Oberflächentemperatur der Betriebsmittel in °C	Zündtemperaturen der brennbaren Stoffe in °C
T 1	450	> 450
T 2	300	> 300 ≤ 450
T 3	200	> 200 ≤ 300
T 4	135	> 135 ≤ 200
T 5	100	> 100 ≤ 135
T 6	85	> 85 ≤ 100

Einordnung von Gasen und Dämpfen in Gruppen und Temperaturklassen

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6
I	Methan					
II A	Aceton Aethan Ethylacetat Ammoniak Benzol (rein) Essigsäure Kohlenoxyd Methanol Propan Toluol	Ethylalkohol i-Amylacetat n-Butan n-Butylalkohol	Benzine Diesel-kraftstoff Flugzeug-kraftstoff Heizöle n-Hexan	Acetal-dehyd- Ethylether		
II B	Stadtgas (Leuchtgas)	Ethylen				
II C	Wasserstoff	Acetylen				Schwefel-Kohlenstoff

Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbaren Stäuben



Explosionsgeschützter Handscheinwerfer in der Staubprüfkammer

Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbaren Stäuben

Zündquellen

Brennbarer Staub kann durch elektrische Betriebsmittel auf mehrere Arten gezündet werden:

- durch Oberflächentemperaturen des Betriebsmittels über der Zünd- oder Glimmtemperatur des betreffenden Staubes. Die Temperatur, bei der sich ein Staub entzündet, ist abhängig von den Eigenschaften des Staubes, ob er in Form einer Wolke oder Ablagerung vorhanden ist, von der Schichtdicke und von der Form der Wärmequelle;
- durch Funken an elektrischen Teilen wie Schalter, Kontakte, Kommutatoren, Bürsten oder ähnlichen;
- durch Entladung von gespeicherter elektrostatischer Energie;
- durch Strahlungsenergie (z.B. elektromagnetische Strahlung);
- durch mechanische Schlag- oder Reibfunken oder Erwärmung, ausgehend von dem Betriebsmittel.

Zur Vermeidung der Zündgefahren ist es erforderlich, dass:

- die Temperatur von Oberflächen, auf denen sich Staub ablagern kann oder die mit einer Staubwolke in Berührung kommen können, unter den in EN 50281-1-2 festgelegten Grenztemperaturen gehalten wird;
- alle Teile mit elektrischen Funken oder mit Temperaturen über der Zünd- oder Glimmtemperatur des Staubes in ein Gehäuse eingeschlossen sind, welches das Eindringen von Staub in angemessener Weise verhindert, oder
- die Energie der elektrischen Stromkreise so begrenzt wird, dass Funken oder Temperaturen vermieden werden, die brennbaren Staub zünden könnten;
- alle anderen Zündquellen vermieden werden.



Das Geräteschutzniveau EPL

Einführung eines alternativen Verfahrens der Risikobewertung unter Einbeziehung des *„Geräteschutzniveaus“* für Ex-Geräte

Als zusätzliches Verfahren wurde in die Normung die Konzeption einer Risikobewertung eingeführt. Das Konzept des Geräteschutzniveaus (Equipment protection Level EPL) basiert auf den in der Richtlinie 94/9/EG beschriebenen Kategorien.

Historischer Hintergrund

Nicht alle Zündschutzarten bieten den gleichen Sicherheitsgrad gegen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines zündfähigen Zustandes. In der Norm

„Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen“, EN 60079-14,

werden spezifische Zündschutzarten den spezifischen Zonen zugewiesen. Dies geschieht auf der statistischen Grundlage, dass - je nach Wahrscheinlichkeit oder Häufigkeit des Auftretens einer explosionsfähigen Atmosphäre - der geforderte Sicherheitsgrad gegen die Wahrscheinlichkeit einer entstehenden Zündquelle und der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer explosionsfähigen Atmosphäre angepasst sein muss.

Explosionsgefährdete Bereiche werden entsprechend dem Gefährdungsgrad in Zonen eingeteilt. Der Gefährdungsgrad ist entsprechend der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer explosionsfähigen Atmosphäre definiert. Im Allgemeinen werden weder die möglichen Folgen einer Explosion, noch weitere Faktoren berücksichtigt wie die Toxizität von Materialien. Eine echte Risikobewertung würde alle Faktoren in Betracht ziehen.

Die Auswahl von Geräten für jede Zone beruht historisch auf der Zündschutzart. In einigen Fällen kann die Zündschutzart in unterschiedliche Kategorien eingeteilt werden, die sich aber aus der Vergangenheit wieder auf Zonen beziehen. Beispielsweise wurde die Eigensicherheit in die Kategorien ia und ib unterteilt und die Anwendbarkeit direkt Zonen zugeordnet.

Allgemeines

Als alternatives Verfahren zur vorschreibenden und relativ unflexiblen Herangehensweise der Verbindung von Geräten zu Zonen wurde eine Konzeption für die Risikobewertung für die Auswahl von Ex-Geräten eingeführt.

Zur Erleichterung wurde ein System von Geräteschutzniveaus (EPL) eingeführt, um deutlich die Zündrisiken eines Gerätes zu bestimmen; - wobei es keine Rolle spielt, welche Zündschutzart angewendet wird.

Nachfolgend eine Erläuterung des Systems.

Schlagwettergefährdete Grubenbaue (Gruppe I)

EPL „Ma“

Gerät für die Installation in einem Grubenbau mit einem *„sehr hohen“* Schutzgrad, für das eine ausreichende Sicherheit besteht, dass es keine Zündquelle wird, selbst wenn es bei dem Ausbruch eines Gases in Betrieb bleibt.

EPL „Mb“

Gerät für die Installation in einem Grubenbau mit einem *„hohen“* Schutzgrad, für das ausreichende Sicherheit besteht, dass es in der Zeitspanne keine Zündquelle wird, die zwischen dem Ausbruch eines Gases und der Abschaltung des Gerätes liegt.


Bild: Ruhrkohle-AG

Das Geräteschutzniveau EPL

Geräteschutzniveau	Zone
Ga	0
Gb	1
Gc	2
Da	20
Db	21
Dc	22

Traditionelles Verhältnis von EPL zu Zonen (keine zusätzliche Risikobewertung)

Gase (Gruppe II)

EPL „Ga“

Gerät für explosionsfähige Gasatmosphären mit einem *„sehr hohen“* Schutzgrad, das keine Zündquelle darstellt im bestimmungsgemäßen Betrieb oder bei selten auftretenden Fehlern.

EPL „Gb“

Gerät für explosionsfähige Gasatmosphären mit einem *„hohen“* Schutzgrad, das keine Zündquelle darstellt im bestimmungsgemäßen Betrieb oder bei Fehlern, die nicht zwangsläufig auf regelmäßiger Grundlage erwartet werden können.

EPL „Gc“

Gerät für explosionsfähige Gasatmosphären mit einem *„erhöhten“* Schutzgrad, das keine Zündquelle darstellt im bestimmungsgemäßen Betrieb und das einen bestimmten zusätzlichen Schutz besitzen kann, um sicherzustellen, dass es im Fall von regelmäßig erwarteten Ereignissen als Zündquelle inaktiv bleibt (z. B. Ausfall einer Lampe).

Stäube (Gruppe III)

EPL „Da“

Gerät für brennbare Staubatmosphären mit einem *„sehr hohen“* Schutzgrad, das keine Zündquelle darstellt im bestimmungsgemäßen Betrieb oder bei selten auftretenden Fehlern.

EPL „Db“

Gerät für brennbare Staubatmosphären mit einem *„hohen“* Schutzgrad, das keine Zündquelle darstellt im bestimmungsgemäßen Betrieb oder bei Fehlern, die nicht zwangsläufig auf regelmäßiger Grundlage erwartet werden können.

EPL „Dc“

Gerät für brennbare Staubatmosphären mit einem *„erhöhten“* Schutzgrad, das keine Zündquelle darstellt im bestimmungsgemäßen Betrieb und das einen bestimmten zusätzlichen Schutz besitzen kann, um sicherzustellen, dass es im Fall von regelmäßig erwarteten Ereignissen als Zündquelle inaktiv bleibt (z. B. Fehler einer Lampe).

Für die Mehrzahl der Situationen mit den typischen möglichen Folgen aus einer sich ereignenden Explosion ist es vorgesehen, dass Folgendes für die Anwendung von Geräten in Zonen gelten würde (das ist für Grubenbaue nicht direkt anwendbar, weil das Zonenkonzept nicht allgemein gilt).

Gegenüberstellung EPL und Kategorie

Geräteschutzniveau		Kategorie
EPL Ma	n	I 1 M
EPL Mb	n	I 2 M
EPL Ga	n	II 1 G
EPL Gb	n	II 2 G
EPL Gc	n	II 3 G
EPL Da	n	II 1 D
EPL Db	n	II 2 D
EPL Dc	n	II 3 D



Grundlagen des Explosionsschutzes

Beschreibung des bereitgestellten Schutzes gegen das Auftreten einer Zündquelle

Gebotener Schutz	Geräteschutzniveau Gruppe	Schutzleistung	Betriebsbedingung
Sehr Hoch	Ma Gruppe I	Zwei unabhängige Schutzmittel oder sicher, selbst wenn zwei Fehler unabhängig voneinander auftreten	Gerät bleibt bei vorhandener explosionsfähiger Atmosphäre in Betrieb
Sehr Hoch	Ga Gruppe II	Zwei unabhängige Schutzmittel oder sicher, selbst wenn zwei Fehler unabhängig voneinander auftreten	Gerät bleibt in den Zonen 0, 1 oder 2 in Betrieb
Sehr Hoch	Da Gruppe III	Zwei unabhängige Schutzmittel oder sicher, selbst wenn zwei Fehler unabhängig voneinander auftreten	Gerät bleibt in den Zonen 20, 21 oder 22 in Betrieb
Hoch	Mb Gruppe I	Geeignet für bestimmungsgemäßen Betrieb und harte Betriebsbedingungen	Gerät wird bei vorhandener explosionsfähiger Atmosphäre von der Energieversorgung getrennt
Hoch	Gb Gruppe II	Geeignet für bestimmungsgemäßen Betrieb und häufig auftretende Störungen oder Geräte, bei denen Fehler üblicherweise in Betracht gezogen werden	Gerät bleibt in den Zonen 1 oder 2 in Betrieb
Hoch	Db Gruppe III	Geeignet für bestimmungsgemäßen Betrieb und häufig auftretende Störungen oder Geräte, bei denen Fehler üblicherweise in Betracht gezogen werden	Gerät bleibt in den Zonen 21 oder 22 in Betrieb
Erhöht	Gc Gruppe II	Geeignet für den bestimmungsgemäßen Betrieb	Gerät bleibt in Zone 2 in Betrieb
Erhöht	Dc Gruppe III	Geeignet für den bestimmungsgemäßen Betrieb	Gerät bleibt in Zone 22 in Betrieb

Beschreibung des bereitgestellten Schutzes gegen das Auftreten einer Zündquelle

EPL	Zündschutzart	Kurzbezeichnung	Normen
„Ga“	Eigensicherheit	„ia“	IEC 60079-11
	Vergusskapselung	„ma“	IEC 60079-18
	Zwei unabhängige Zündschutzarten, die jeweils EPL „Gb“ erfüllen		IEC 60079-26
	Schutz von Geräten und Übertragungssystemen, die optische Strahlung nutzen	„op is“	IEC 60079-28
„Gb“	Druckfeste Kapselung	„d“	IEC 60079-1
	Erhöhte Sicherheit	„e“	IEC 60079-7
	Eigensicherheit	„ib“	IEC 60079-11
	Vergusskapselung	„mb“	IEC 60079-18
	Ölkapselung	„o“	IEC 60079-6
	Überdruckkapselung	„px“ oder „py“	IEC 60079-2
	Sandkapselung	„q“	IEC 60079-5
	Eigensicherheitskonzept für den Feldbus (FISCO)		IEC 60079-27
	Schutz von Geräten und Übertragungssystemen, die optische Strahlung nutzen	„op pr“	IEC 60079-28
„Gc“	Eigensicherheit	„ic“	IEC 60079-11
	Vergusskapselung	„mc“	IEC 60079-16
	Nicht-funkend	„nA“	IEC 60079-15
	Schwadensicher	„nR“	IEC 60079-15
	Energiebegrenzung	„nL“	IEC 60079-15
	Funkenerzeugende Geräte	„nC“	IEC 60079-15
	Überdruckkapselung	„pz“	IEC 60079-2
	Nicht-zündfähig-Konzept für den Feldbus („ic“ FISCO)		IEC 60079-27
	Schutz von Geräten und Übertragungssystemen, die optische Strahlung nutzen	„op sh“	IEC 60079-28
„Da“	Eigensicherheit	„ia“	IEC 60079-11
	Vergusskapselung	„ma“	IEC 60079-18
	Schutz durch Gehäuse	„ta“	IEC 60079-31
„Db“	Eigensicherheit	„ib“	IEC 60079-11
	Vergusskapselung	„mb“	IEC 60079-18
	Schutz durch Gehäuse	„tb“	IEC 60079-31
	Überdruckkapselung	„pD“	IEC 61241-4
„Dc“	Eigensicherheit	„ic“	IEC 60079-11
	Vergusskapselung	„mc“	IEC 60079-16
	Schutz durch Gehäuse	„tc“	IEC 60079-31
	Überdruckkapselung	„pD“	IEC 61241-4

Zündschutzarten nach EN 60079...

Zündschutzarten

EN 60079-0

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 0: Allgemeine Bestimmungen

Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche müssen den allgemeinen Bestimmungen der EN 60079-0 und den besonderen Bestimmungen für die Zündschutzart entsprechen, in der sie ausgeführt sind. Besonders raue Einsatzbedingungen, Einwirkung von Feuchtigkeit, hohe Umgebungstemperatur und andere besondere Beanspruchungen erfordern unter Umständen zusätzliche Maßnahmen.

Bei Verwendung von Kunststoffen und Leichtmetall sind speziell für die Gehäuse besondere in der Norm angeführte Anforderungen einzuhalten.

Die mechanische Stabilität, die Eignung für die vorgesehene Einsatztemperatur sowie die Alterungsbeständigkeit der eingesetzten Gehäusewerkstoffe werden durch normierte Lagerungen sowie Schlag- und Fallprüfungen sichergestellt.

Zur Verhinderung einer elektrostatischen Aufladung wird üblicherweise beim Einsatz von Kunststoff - bei Überschreitung der in der Norm festgelegten Flächen - ein Werkstoff mit einem Oberflächenwiderstand < 1 GOhm verwendet.

Besondere Bestimmungen gelten in Abhängigkeit der Zündschutzart für

- Verschlüsse und Verriegelungen,
- Durchführungen und Anschlussteile,
- Einführungen von Kabeln, Leitungen und Rohrleitungen.

EN 60079-1

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 1: Geräteschutz durch Druckfeste Kapselung „d“

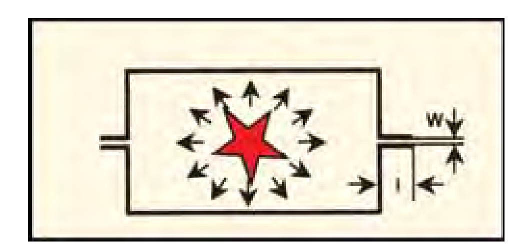
Definition:

Zündschutzart, bei der die Teile, die eine gasexplosionsfähige Atmosphäre zünden können, in einem Gehäuse angeordnet sind, das bei der Explosion eines explosionsfähigen Gemisches im Inneren deren Druck aushält und eine Übertragung der Explosion auf die das Gehäuse umgebende explosionsfähige Atmosphäre verhindert.

Die druckfeste Kapselung kann als Einbahnstraße verstanden werden. In das Gehäuse des elektrischen Betriebsmittels kann explosionsfähige Atmosphäre eindringen, aber bei einer Explosion innerhalb des Gehäuses wird die Übertragung der Explosion auf die das Gehäuse umgebende explosionsfähige Atmosphäre verhindert. Da durch das Konstruktionsprinzip bedingt in der Regel bei einem druckfesten Gehäuse Spalte vorhanden sind, müssen diese Spalte so ausgeführt sein, dass eine Durchzündung durch diese Spalte sicher verhindert wird. Die Spaltgeometrien sowie die Spaltlängen und Spaltweiten sind je nach vorgesehener Gruppe (A, B, C) unterschiedlich ausgeführt. Die in der Norm angegeben Werte stellen nur Mindestanforderungen dar. Die Eignung muss durch eine experimentelle Prüfung nachgewiesen werden.

Der durch eine innere Explosion im Gehäuse entstehende Druck muss durch das druckfeste Gehäuse sicher beherrscht werden. Je nach Größe, Gruppe und Geometrie können bei der Explosion sehr unterschiedliche Drücke auftreten (< 5 bar bis > 40 bar). Sollen druckfeste Gehäuse außerhalb des Standardumgebungstemperaturbereiches (-20°C bis +40°C) eingesetzt werden, so ist die Eignung mit den in der Norm EN 60079-1 enthaltenen Verfahren zu prüfen.

Besonders zu beachten ist, dass die Festigkeit von Gehäuseteilen sich auch mit der Umgebungstemperatur negativ verändern kann. Da bei Unterteilung des Innenraumes (z.B. durch Betriebsmitteleinbauten) es zu Vorverdichtungen des Restgemisches bei Explosion und damit zu Druckerhöhungen kommen kann, sind bei der experimentellen Prüfungen die „Worst Case“ Fälle zu berücksichtigen.



Prinzip der druckfesten Kapselung



Drehschalter in druckfest gekapseltem Gehäuse der Serie GHG 64 mit Flachspalt mit angeflanschtem Ex-e-Anschlusskasten für den indirekten Anschluss.

Zündschutzarten nach EN 60079...



Ex-d Hängeleuchte mit einem indirektem Anschluss über ein Ex-e Anschlussgehäuse



Ex-d Hängeleuchte mit einem direktem Anschluss in das druckfest gekapselte Gehäuse

Die Leitungseinführung in das druckfeste Gehäuse kann je nach gewähltem Konzept entweder:

- Direkt (Ex-d Leitungseinführung bzw. Conduit) oder
- Indirekt (Ex-e Anschlussgehäuse kombiniert mit Ex-d Durchführungen) erfolgen.

Öl und Flüssigkeiten, die beim Zersetzen mit der Luft explosionsfähige Gemische bilden können, dürfen auf keinen Fall in druckfest gekapselte Betriebsmittel eingebracht werden. Bei einem Einbau von Zellen und Batterien sind die in der Norm beschriebenen Restriktionen zu beachten.

Betriebsmittel der Gruppe II C können auch in den Bereichen für die Gruppen II B und II A, Betriebsmittel der Gruppe II B in den Bereichen für die Gruppe II A verwendet werden. Die Temperaturklasse eines Betriebsmittels nennt die zugelassene Grenztemperatur, bis zu der sich die äußeren Oberflächen des Betriebsmittels erwärmen können.



Beispiel für Druckfeste Kapselung „d“

- Motoren mit Schleifringen und Kommutatoren
- Drehstrommotoren mit Käfigläufer
- Schaltgeräte mit Öffnungs- und Schließkontakten wie Motorschutzschalter, Leitungsschutzschalter, Luftschütze
- Befehlsgeräte
- Steckvorrichtungen
- Leuchten

Zündschutzarten nach EN 60079...

EN 60079-2

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 2: Geräteschutz durch Überdruckkapselung „p“

Definition:

Technik, die das Eindringen der umgebenden Atmosphäre in ein Gehäuse verhindert, indem darin ein Zündschutzgas unter einem Druck gehalten wird, der höher ist als der Druck der umgebenden Atmosphäre.

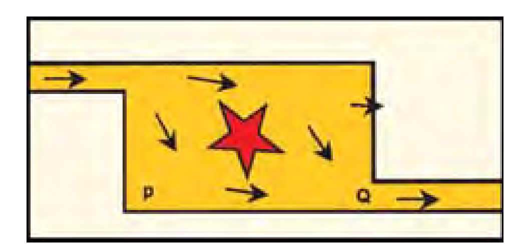
Der Zündschutz durch Überdruckkapselung wird in drei Zündschutzarten (px, py und pz) unterteilt, die aufgrund der für die jeweilige äußere explosionsfähige Atmosphäre erforderlichen Geräteschutzniveaus (Mb, Gb oder Gc) danach ausgewählt werden, ob die Möglichkeit innerer Freisetzungen besteht und ob das Betriebsmittel in dem überdruckgekapselten Gehäuse zündfähig ist.

Der Überdruck von mindestens 50 Pa für px und py sowie 25 Pa für pz kann mit laufender Zündschutzgas-Durchspülung oder auch nur durch Ausgleich der Leckverluste aufrechterhalten werden.

Als Schutzgas dient in der Regel Luft. Ein- und Austritt des Schutzgases muss außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches erfolgen. Das Gehäuse muss vor Inbetriebnahme des Betriebsmittels mit allen zugehörigen Rohrleitungen in einer Menge durchgespült werden, die dem 5-fachen Volumen der Kapselung entspricht. Während des Betriebs muss die Überdruckhaltung überwacht und bei Abfall des Überdrucks ein Warnzeichen gegeben oder abgeschaltet werden.

Beispiele für Überdruckkapselung „p“:

- Elektrische Maschinen größerer Leistung
- Schaltpulte und Schaltschränke
- Schalträume
- Mess- und Analysegeräte
- Sondermaschinen und Geräte



Prinzip der Überdruckkapselung

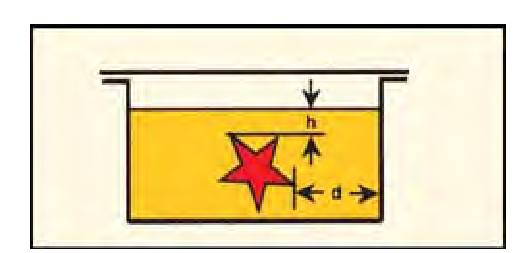


Terminal in überdruckgekapseltem Edelstahlgehäuse

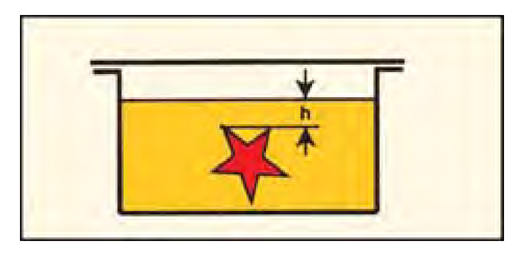
Brennbare Substanzen im „Containment System“	Anforderungen an das Geräteschutzniveau für äußere explosionsfähige Gasatmosphären	Gehäuse enthält zündfähige Betriebsmittel	Gehäuse enthält keine zündfähigen Betriebsmittel
Kein „Containment System“	Gb oder Mb	Typ px[a]	Typ py
Kein „Containment System“	Gc	Typ pz	Keine Überdruckkapselung erforderlich
Gas/Dampf	Gb oder Mb	Typ px[a]	Typ py
Gas/Dampf	Gc	Typ px (und das zündfähige Betriebsmittel befindet sich nicht im Verdünnungsbereich)	Typ py[b]
Flüssigkeit	Gb	Typ px (inert)[c]	Typ py
Flüssigkeit	Gc	Typ pz (inert)[c]	Keine Überdruckkapselung erforderlich[d]
ANMERKUNG: Für den Fall, dass es sich bei der brennbaren Substanz um eine Flüssigkeit handelt, darf sie im Normalbetrieb niemals freigesetzt werden.			

a Die Zündschutzart Typ px gilt auch für Gruppe I.
b Falls im Normalbetrieb keine Freisetzung erfolgt
c Das Zündgas muss inert sein, falls nach dem Typ der Zündschutzart „inert“ angegeben ist.
d Es ist kein Zündschutz durch Überdruckkapselung erforderlich, da es als unwahrscheinlich angesehen wird, dass ein Fehler, der die Freisetzung von Flüssigkeiten verursacht, gleichzeitig mit einem Fehler auftritt, bei dem eine Zündquelle gebildet wird.

Zündschutzarten nach EN 60079...



Prinzip der Sandapselung



Prinzip der Ölkapselung

EN 60079-5

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 5: Geräteschutz durch Sandkapselung „q“

Definition:

Zündschutzart, bei der die Teile des Betriebsmittels, die eine gasexplosionsfähige Atmosphäre entzünden können, fest in ihrer Position angeordnet und vollständig von Füllgut umgeben sind, um die Zündung einer äußeren gasexplosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern. Außerdem darf weder eine Zündung durch Flammen noch eine Zündung durch erhöhte Temperaturen auf der Gehäuseoberfläche möglich sein.

Bei dieser Zündschutzart wird das Gehäuse in der Regel entweder mit Glaskugeln oder Quarzsand gefüllt, wobei bestimmte Anforderungen an die Korngröße, die Reinheit, den Feuchtigkeitsgehalt und die Durchschlagsfestigkeit gestellt werden. Die Festigkeit des Gehäuses muss durch eine statische Druckprüfung nachgewiesen werden. Durch Sandkapselung „q“ geschützte Gehäuse von elektrischen Betriebsmitteln müssen im Zuge der Fertigung gefüllt, verschlossen und versiegelt werden. Es darf sich nicht ohne sichtbare Zeichen öffnen lassen. Elektrische Betriebsmittel bei denen eine Reparatur möglich sein soll, müssen mit geeigneten Verschlüssen, die ohne Zerstörung des Gehäuses lösbar sind, ausgestattet sein. Nach Reparatur sind die Geräte wieder zu versiegeln und geeignet zu kennzeichnen.

Die elektrischen Einbauteile müssen ohne Berücksichtigung der Isolationswirkung des Füllgutes angemessen isoliert sein. Blanke, unter Spannung stehende Teile müssen gegeneinander und gegen die Gehäusewand mit genügendem Abstand angeordnet sein. Das Füllgut wird verdichtet, wobei je nach Geräteeinbau und Anforderungen bestimmte Füllgutschichtdicken vorhanden sein müssen.

Beispiele für Sandkapselung „q“:

- Kondensatoren
- Kleintransformatoren
- Elektronische Geräte

EN 60079-6

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 6: Geräteschutz durch Ölkapselung „o“

Definition:

Zündschutzart, bei der elektrische Betriebsmittel oder Teile von elektrischen Betriebsmitteln derart in eine Schutzflüssigkeit eingetaucht sind, dass die explosionsfähige Atmosphäre, die sich oberhalb der Flüssigkeit oder außerhalb der Kapselung befinden kann, nicht entzündbar ist.

Die Zündquelle wird bei dieser Zündschutzart in einem mit Öl gefüllten Gehäuse so weit untergetaucht, dass ein Zünddurchschlag in den Bereich außerhalb der Öloberfläche verhindert wird. Das setzt voraus, dass die dem Öl zugeführte Wärmeleistung, Wärmeenergie und die dabei auftretende Energiedichte betrachtet und berücksichtigt werden. Neben der Gewährleistung ausreichenden Ölstandes in allen betriebsmäßigen Lagen des Gerätes ist die Verwendung von geeignetem Öl wichtig, das sich unter der Beanspruchung von z.B. Schaltlichtbögen nicht zersetzen darf. Außerdem ist durch ausreichende Dimensionierung u. a. der Bemessung der Ölfüllung dafür zu sorgen, dass das Gerät keine zu hohe Temperatur annimmt. Auch die langfristige Güte des Öls muss überwacht werden, da sich die Eigenschaften des Öls durch z.B. Verrußen verändern. Geräte in Zündschutzart Ölkapselung waren in der Vergangenheit in der chemischen Industrie zum Schalten von Motoren vor Ort weit verbreitet. Ihre Bedeutung ist durch den Übergang zu Fernschaltungen und die Zunahme der Zahl der Verriegelungen so weit zurückgegangen, dass ölgekapselte Schalter heute nur noch in Ausnahmefällen eingesetzt werden.

Eine Bedeutung in der Zukunft könnte die Ölkapselung durch den Einsatz von Hochleistungselektronik im explosionsgefährdeten Bereich erlangen. Hier würde das Öl eine Doppelfunktion - Zündschutzmedium und Kühlmedium - erfüllen

Beispiele für Ölkapselung „o“:

- Schaltgeräte
- Transformatoren
- Elektronik

Zündschutzarten nach EN 60079...

EN 60079-7

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 7: Geräteschutz durch Erhöhte Sicherheit „e“

Definition:

Für ein elektrisches Betriebsmittel angewendete Zündschutzart, bei der zusätzliche Maßnahmen getroffen sind, um mit einem erhöhten Grad an Sicherheit die Möglichkeit des Auftretens von unzulässig hohen Temperaturen und das Entstehen von Funken und Lichtbögen im bestimmungsgemäßen Betrieb und unter festgelegten außergewöhnlichen Bedingungen zu verhindern.

Elektrische Verbindungen

Die elektrischen Verbindungen werden entsprechend den Anforderungen zweckmäßigerweise in äußere und innere Verbindungen sowie in unlösbare und rangierbare/wiederanschließbare Ausführungen unterteilt. Jede Bauart muss, soweit zutreffend:

a) so ausgeführt sein, dass sich die Zuleitungen während des Klemmvorganges oder nach dem Einführen nicht aus der vorgesehenen Position lösen können;

b) gegen Selbstlockern der Verbindung im Betrieb gesichert sein;

c) derart gestaltet sein, dass ein ausreichender Kontaktdruck ohne Beschädigung der Leiter sichergestellt ist. Die Funktionsfähigkeit der Leiter darf nicht beeinträchtigt werden, selbst wenn mehrdrahtige Leiter in Klemmen verwendet werden, die für den direkten Anschluss eines Einzelleiters vorgesehen sind;

d) eine Zwangsdruckkraft ausüben, damit der Kontaktdruck im Betrieb sichergestellt wird;

e) so ausgeführt sein, dass der Kontakt, den sie sichern, durch die im bestimmungsgemäßen Betrieb auftretenden Temperaturänderungen nicht nennenswert verschlechtert wird;

f) den Kontaktdruck nicht durch Isolierstoffteile übertragen, sofern es nicht nach der Erdverbindungsprüfung nach EN 60079-0 zulässig ist;

g) nicht so spezifiziert werden, dass sie mehr als einen Einzelleiter an einer Klemmstelle aufnimmt, sofern sie nicht speziell dafür ausgelegt und bewertet worden ist;

h) wenn sie für mehrdrahtige Leiter vorgesehen ist, entsprechende Zwischenglieder verwenden, um die Leiter zu schützen und den Kontaktdruck gleichmäßig zu verteilen.

Luft und Kriechstrecken

Die Luft- und Kriechstrecken sind gegenüber den bei Industriegeräten in EN 60664 für den Einsatz in Außenbereichen geforderten Strecken zur Erzielung einer *„erhöhten Sicherheit“* und Ausschluss von Überschlägen und Kriechwegbildungen wesentlich vergrößert (in erster Anlehnung um den Faktor 1,5).

IP Schutzart

Gehäuse, die blanke, unter Spannung stehende Teile enthalten, müssen mindestens in der Schutzart IP 54 ausgeführt sein. Für solche Gehäuse, die nur isolierte Teile enthalten, reicht die Schutzart IP 44. Wenn umlaufende elektrische Maschinen in sauberen Betrieben und Räumen durch Fachpersonal regelmäßig überwacht werden, genügt für Gruppe II die Schutzart IP 20. Der eingeschränkte Verwendungsbereich ist auf der Maschine angegeben.

Oberflächentemperaturen

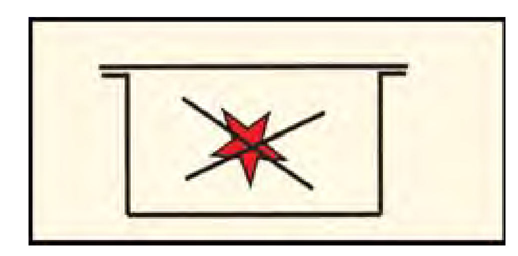
Bei dieser Zündschutzart ist das Eindringen eines explosionsfähigen Gasgemisches nicht ausgeschlossen. Aus diesem Grunde gelten die zulässigen Oberflächentemperaturen auch für alle Oberflächen innerhalb eines Gehäuses.

Mechanische Festigkeit

Alle Gehäuse werden bei der Typprüfung einer mechanischen Stoßprüfung unterzogen, die bei Verwendung von Kunststoffen zusätzliche Klimalagerungen erfordern (siehe auch EN 60079-0). Erweiterte Anforderungen gelten insbesonders für elektrische Maschinen, Leuchten, Batterien und Klemmenkästen.

Elektrische Maschinen:

Jeder Isolierstoff unterliegt einer natürlichen Alterung. Um die Lebensdauer der Isolierstoffe von Wicklungen zu verlängern, wird die Grenztemperatur im Vergleich zu



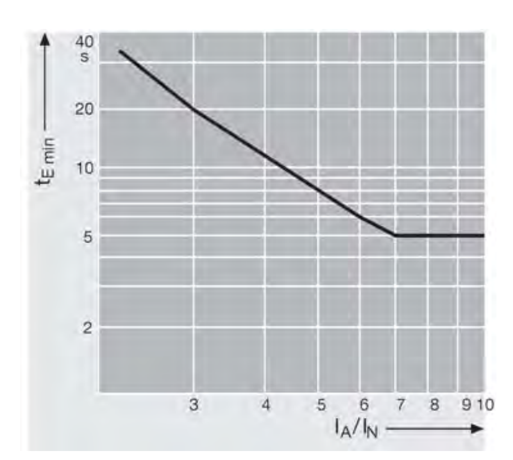
Prinzip der Schutzart „erhöhte Sicherheit“



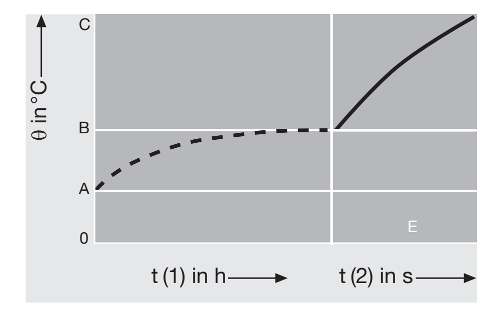


Explosionsgeschützte Langfeldleuchte in der Zündschutzart Ex-e

Zündschutzarten nach EN 60079...

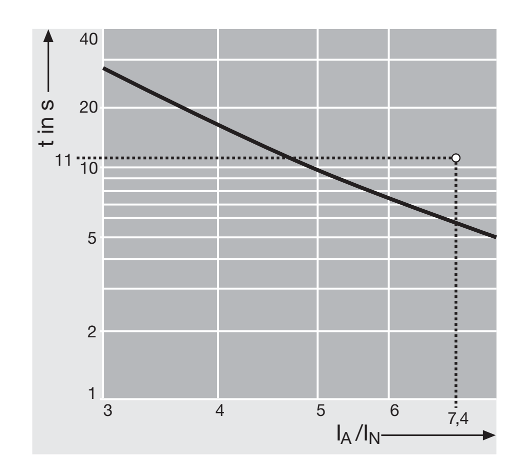


Mindestwerte für Zeit t_E



Berechnung der Zeit t_E

A Höchste zulässige Umgebungstemperatur
B Temperatur im Nennbetrieb
C Grenztemperatur
t Zeit
θ Temperatur
1 Erwärmung im Nennbetrieb
2 Erwärmung bei festgebremstem Motor



Auslösekennlinie des thermischen Relais vom kalten Zustand aus.
- Zeit t_E des zu schützenden Motors 11 s
- I_A/I_N des zu schützenden Motors 7,4

Wicklungen normaler Bauart herabgesetzt. Dadurch wird die Gefahr von Wicklungsschäden und damit das Entstehen von Funken und Lichtbögen durch Erdschluss und Wicklungsschluss vermindert.

Bei Motoren werden üblicherweise zum Schutz der Wicklung und Einhaltung der max. zulässigen Oberflächentemperatur Überstrom-Schutzeinrichtungen eingesetzt, die bei Schweranlauf oder im Störungsfall ansprechen. Diese Schutzeinrichtung muss sicherstellen, dass auch ein Motor, der nach mehrstündigem Betrieb mit Nennleistung seine Dauerbetriebstemperatur erreicht hat, nach Blockierung des Läufers infolge einer Störung und damit Aufnahme eines erhöhten Stromes noch sicher vor Erreichen der zulässigen Grenztemperatur abgeschaltet wird.

Erwärmen sich Läufer und Ständer unterschiedlich schnell, so gilt die kürzere Zeit für das Abschalten. Auf dem Typenschild und in der Zulassungsbescheinigung des Motors sind die Zeit tE und das Verhältnis Anlaufstrom IA zu Nennstrom IN angegeben. Die Schutzeinrichtungen müssen die angegebenen Auslösezeiten mit einer Toleranz von +/-20% einhalten.

Die nebenstehende Auslösekennlinie zeigt die Kennlinie eines thermischen Relais mit einem Beispiel für die Überprüfung. Das auf den Nennstrom des Motors eingestellte Relais löst bei 7,4-fachem Nennstrom in einer Zeit aus, die kürzer als die Zeit t_E ist. Das Relais ist zum Schutz des Motors geeignet. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Zeit bis zum Ansprechen des thermischen Relais für das Hochlaufen des Motors ausreichend lang ist (Schweranlauf). Die Schutzeinrichtungen müssen den Motor auch bei Ausfall eines Außenleiters abschalten. Hierfür kommen stromabhängig verzögerte thermische Überstromrelais oder -auslöser in Frage, die mit Phasenausfallschutz versehen sein müssen.

Elektrische Motoren in der Zündschutzart *„Erhöhte Sicherheit“* dürfen im Allgemeinen nur im Dauerbetrieb und für normale, nicht häufig wiederkehrende Anläufe eingesetzt werden, damit die beim Anlauf auftretenden Erwärmungen die zulässigen Grenztemperaturen nicht überschreiten.

Für Motoren im Niederspannungsbereich bietet der thermische Motorschutz, durch in die Wicklungen eingebettete Temperaturfühler mit positivem Temperaturkoeffizienten, bei der Überwachung der Anlauferwärmung im Schaltbetrieb Vorteile.

Leuchten:

In der Zündschutzart „e“ sind nur folgende Lichtquellen zulässig:

- Starterlose Leuchtstofflampen mit Einstiftsockel (Fa6) nach IEC 60061-1
- Stabförmige Zweistiftsockel-Leuchtstofflampen mit Sockeln G 5 oder G 13 nach IEC 60081. Diese Lampen müssen an Stromkreisen ohne Vorheizung betrieben werden.
- Glühlampen für allgemeine Anwendungen nach IEC 60064 und IEC 60432-1

Alle Leuchten müssen eine Lampenabdeckung mit ausreichender Festigkeit besitzen.

Lampensockel müssen entweder der Zündschutzart druckfeste Kapselung *„d“* oder der Zündschutzart erhöhte Sicherheit *„e“* entsprechen, wobei bei letzteren Spannungsfreiheit beim Trennen und Verbinden sichergestellt sein muss.

Bei Einsatz von Lampen mit Zweistiftsockeln sind darüber hinaus noch folgende Anforderungen maßgebend:

- maximal zulässige Umgebungstemperatur +60 °C
- Bei Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten sind die Temperaturklassen T6 und T5 ausgeschlossen
- Berücksichtigung des EOL Effektes
- Zwangstrenner nach IEC 60947 oder Warnhinweis

Grundlagen des Explosionsschutzes

Zündschutzarten nach EN 60079...



Batterieblock einer explosionsgeschützten Einzelbatterie-Notleuchte

Batterien und Zellen

Nur explizit in der Norm genannte Zellentypen sind zulässig. Lade- und Entlade-Einrichtungen müssen auf den verwendeten Zellentyp abgestimmt sein und sind zulassungspflichtig. Insbesondere müssen Einrichtungen für den Schutz vor Tiefentladung und verpoltes Laden vorhanden sein.

Beim Transport im explosionsgefährdeten Bereich müssen die spannungsführenden Teile einer Batterie mindestens mit der Schutzart IP 30 geschützt sein.

Abzweig- und Verbindungskästen:

Für Abzweig- und Verbindungskästen müssen Bemessungsdaten festgelegt werden, um die Einhaltung der Grenztemperatur im Betrieb sicherzustellen.

Dies wird z.B. erreicht durch Ermittlung von Belastungsdaten in Abhängigkeit des Klemmenquerschnittes (Aderquerschnittes) und der Anzahl der belasteten Adern.

Beispiele für erhöhte Sicherheit „e“:

- Drehstrom-Käfigläufer-Motoren
- Transformatoren
- Strom- und Spannungswandler
- Messgeräte
- Leuchten
- Abzweig- und Verbindungskästen
- Anschlussräume bei allen elektrischen Betriebsmitteln
- Anschlüsse von Steckvorrichtungen

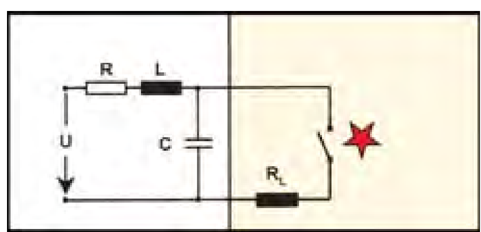


Stabförmige Zweistiftsockel-Leuchtstofflampen-Leuchten in der Schutzart Ex-e zur Ausleuchtung einer Pumpstation. Ex-e Drehstrom-Käfigläufer-Motoren als Pumpenantriebe mit steckbar ausgeführten Anschlüssen (Ex-d/Ex-e).



Ex-e Edelstahl-Klemmenkasten

Zündschutzart nach EN 60079...



Prinzip der Schutzart „Eigensicherheit“



Eigensichere Trennbausteine zur DIN-Schienen-Montage



Eigensichere Signalanpassung: Feldbus-Komponenten in Edelstahl-Gehäuse

EN 60079-11

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 11 Geräteschutz durch Eigensicherheit „i“

Eine der jüngeren Zündschutzarten gegen Explosionsgefahren durch elektrische Betriebsmittel und Anlagen ist durch den Begriff *„Eigensicherheit“* gekennzeichnet. Die Konzipierung der klassischen Zündschutzarten erfolgte für elektrische Betriebsmittel der Energietechnik. Durch die fortschreitende Automatisierung der Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen stieg der Bedarf an Betriebsmitteln der Mess- und Regeltechnik in explosionsgeschützter Ausführung.

Diese Stromkreise haben nur einen geringen Energieinhalt, der normalerweise nicht zur Zündung eines explosionsfähigen Gemisches ausreicht. Daher bietet sich bei diesen Stromkreisen das Schaffen einer Zündschutzart an, die diese physikalische Grundlage ausnutzt.

Definitionen:

Eigensicherheit „i“

Zündschutzart, die auf der Begrenzung von elektrischer Energie innerhalb eines Betriebsmittels und Verbindungsleitungen, die einer explosionsfähigen Atmosphäre ausgesetzt sind, auf ein Niveau unterhalb dessen beruht, bei dem eine Zündung entweder duch Funkenbildung oder Erwärmung hervorgerufen werden kann.

Eigensicherer Stromkreis

Stromkreis, in dem weder ein Funke noch ein thermischer Effekt, der unter den in der Norm festgelegten Bedingungen auftritt, die den ungestörten Betrieb und bestimmte Fehlerfälle umfassen, eine Zündung einer bestimmten explosionsfähigen Atmosphäre verursachen kann.

Eigensicheres Betriebsmittel

Elektrisches Betriebsmittel, in dem alle Stromkreise eigensicher sind.

ANMERKUNG:
Man unterscheidet bei den eigensicheren Betriebsmitteln folgende Bauarten:

- Aktives eigensicheres Betriebsmittel
- Passives eigensicheres Betriebsmittel ohne Energiespeicher
- Passives eigensicheres Betriebsmittel mit Energiespeicher

Zugehöriges elektrisches Betriebsmittel

Elektrisches Gerät, das sowohl energiebegrenzte, als auch nicht energiebegrenzte Stromkreise enthält und das so aufgebaut ist, dass die nicht energiebegrenzten Stromkreise keine energiebegrenzten Stromkreise nachteilig beeinflussen können.

ANMERKUNG
Zugehörige elektrische Betriebsmittel können sein:

- elektrische Geräte, die eine in dieser Norm enthaltene alternative Zündschutzart für die Verwendung in einem entsprechenden explosionsgefährdeten Bereich haben;
- elektrische Geräte, die nicht so geschützt sind und deshalb nicht in einem explosionsgefährdeten Bereich zu verwenden sind, z.B. ein Aufzeichnungsgerät, das sich selbst nicht in einem explosionsgefährdeten Bereich befindet, jedoch an ein Thermoelement angeschlossen ist, welches sich innerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches befindet und bei dem nur der Eingangsstromkreis des Aufzeichnungsgerätes energiebegrenzt ist.

Sicherheitsbarrieren mit Dioden

Baugruppen, die Shuntdioden oder Diodenketten (einschließlich Zenerdioden) enthalten, die mit Sicherungen oder Widerständen oder einer Kombination aus beiden abgesichert sind, wobei die Baugruppen eher als selbständige Betriebsmittel hergestellt werden, anstatt Teil eines größeren elektrischen Betriebsmittels zu sein.

Zündschutzart nach EN 60079...

Betriebsmittel für eigensichere Stromkreise

Grundsätzlich müssen, ebenso wie bei allen anderen Zündschutzarten, die im eigensicheren Stromkreis eingesetzten zugehörigen elektrischen Betriebsmittel und die eigensicheren Betriebsmittel geprüft und bescheinigt sein. Ausgenommen sind nach EN 60079-0 nur solche Betriebsmittel, bei denen nach Angaben des Herstellers keiner der Werte 1,2 V; 0,1 A; 20 µJ oder 25 mW überschritten wird.

Einfache eigensichere Betriebsmittel, deren elektrische Kenndaten und deren Erwärmungsverhalten einwandfrei bestimmbar sind und die den anwendbaren Baubestimmungen entsprechen, müssen nicht geprüft und bescheinigt sein.
Dies gilt beispielsweise für:

- Schalter
- Steckvorrichtungen
- Klemmenkästen
- Messwiderstände
- einzelne Halbleiterbauelemente
- Spulen (Drehspulanzeiger)
- Kondensatoren
- elektrische Wegfühler (DIN 19 234)

Die allgemeinen Anforderungen nach EN 60079-0 sowie die Ausführung von Gehäusen und Anschlusskästen bezüglich des Oberflächenwiderstandes oder der Wahl der Aluminiumlegierung (bei Kunststoffgehäusen Oberflächenwiderstand <10^9 Ohm) sind jedoch auch hier einzuhalten.

Zündgrenzkurven

Im eigensicheren Stromkreis muss die auch im Fehlerfall freiwerdende Energie so weit begrenzt werden, dass keine Zündung erfolgen kann. Zur Vereinfachung wurden mit einem genormten Funkenprüfgerät für die einzelnen Gruppen Zündgrenzkurven ermittelt.

Da die Zündwahrscheinlichkeit eines Gemisches auch von der Anzahl der Zu- und Abschaltungen abhängig ist, sind für die Prüfung entsprechend EN 60079-11 bis zu 1000 Zu- und Abschaltungen durchzuführen. Hierbei darf in keinem Fall eine Zündung auftreten.

Je nach Aufbau des eigensicheren Stromkreises muss mit dem Vorhandensein von Energiespeichern gerechnet werden. Sind im eigensicheren Stromkreis Kapazitäten vorhanden, werden diese auf die Spannung des Stromkreises aufgeladen. Bei einem Kurzschluss im Stromkreis wird nun zusätzlich zur Energie, die das zugehörige Betriebsmittel liefert, auch die im Kondensator gespeicherte Energie frei. Analoges gilt, wenn Induktivitäten im Stromkreis enthalten sind. Aus vorgenannten Gründen sind bei eigensicheren Stromkreisen immer die drei Grenzfälle – ohmscher Stromkreis, kapazitiver Stromkreis und induktiver Stromkreis – zu betrachten.

Schutzniveau

Eigensichere Betriebsmittel und eigensichere Teile von zugehörigen elektrischen Betriebsmitteln werden einem Schutzniveau *„ia“*, *„ib“* oder *„ic“* zugeordnet.

Schutzniveau *„ia“*

Bei angelegten Spannungen U_m und U_i dürfen die eigensicheren Stromkreise in elektrischen Betriebsmitteln des Schutzniveaus *„ia“* in keinem der folgenden Fälle in der Lage sein, eine Zündung zu verursachen:

a) im ungestörten Betrieb und bei Vorhandensein derjenigen nicht zählbaren Fehler, die die ungünstigste Bedingung ergeben;

b) im ungestörten Betrieb und bei Vorhandensein eines zählbaren Fehlers zuzüglich derjenigen nichtzählbaren Fehler, die die ungünstigste Bedingung ergeben;

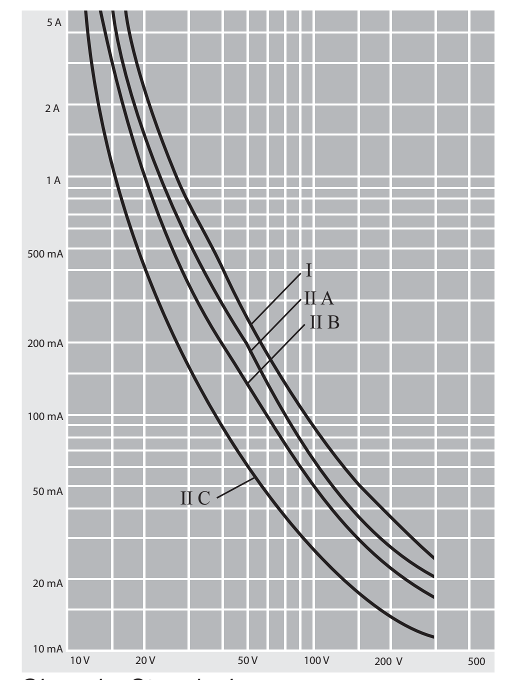
c) im ungestörten Betrieb und bei Vorhandensein von zwei zählbaren Fehlern zuzüglich derjenigen nichtzählbaren Fehler, die die ungünstigste Bedingung ergeben.

Die nichtzählbaren Fehler können in jedem der oben genannten Fälle unterschiedlich sein.

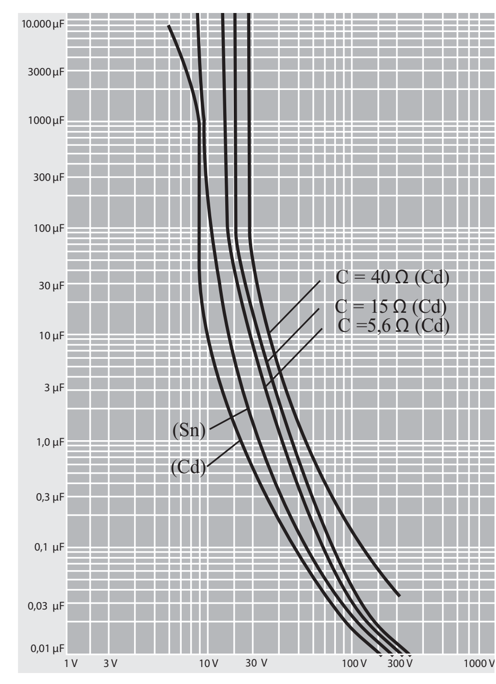
Zur Prüfung oder Beurteilung der Stromkreise auf Funkenzündung gelten folgende Sicherheitsfaktoren:

für sowohl a) als auch b) jeweils 1,5; für c) 1,0.

Zur Bestimmung der Temperaturklasse entsprechend der Oberflächentemperatur muss der Sicherheitsfaktor für Strom oder Spannung in allen Fällen 1,0 betragen. Wenn nur ein zählbarer Fehler auftreten kann, sind die

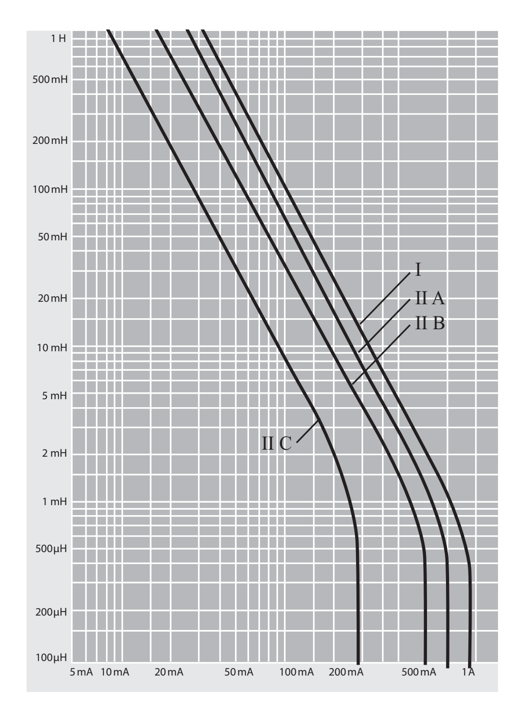


Ohmsche Stromkreise
Anzuwendende Mindestzündströme bei elektrischen Betriebsmitteln mit Cadmium, Zink, Magnesium oder Aluminium



Kapazitive Stromkreise
Anzuwendende Mindestzündspannungen bei elektrischen Betriebsmitteln der Gruppe IIC. Die mit Sn gekennzeichnete Kurve ist nur bei elektrischen Betriebsmitteln ohne Cadmium, Zink, Magnesium oder Aluminium anzuwenden.

Zündschutzart nach EN 60079...



Induktive Stromkreise
Anzuwendende Mindestzündströme bei elektrischen Betriebsmitteln mit Cadmium, Zink, Magnesium oder Aluminium mit U = 24 V.

Anforderungen von b) für das Schutzniveau *„ia"* ausreichend, wenn die Prüfanforderungen für *„ia"* damit erfüllt werden können. Wenn kein zählbarer Fehler auftreten kann, sind die Anforderungen von a) für das Schutzniveau *„ia"* ausreichend, wenn die Prüfanforderungen für *„ia"* damit erfüllt werden können.

Schutzniveau *„ib"*

Bei angelegten Spannungen U_m und U_i dürfen die eigensicheren Stromkreise in elektrischen Betriebsmitteln des Schutzniveaus *„ib"* in keinem der folgenden Fälle in der Lage sein, eine Zündung zu verursachen:

a) im ungestörten Betrieb und bei Vorhandensein derjenigen nichtzählbaren Fehler, die die ungünstigste Bedingung ergeben;

b) im ungestörten Betrieb und bei Vorhandensein eines zählbaren Fehlers zuzüglich derjenigen nichtzählbaren Fehler, die die ungünstigste Bedingung ergeben.

Die nichtzählbaren Fehler können in jedem der oben genannten Fälle unterschiedlich sein. Zur Prüfung oder Beurteilung der Stromkreise auf Funkenzündung gilt ein Sicherheitsfaktor von 1,5. Der für die Spannung oder den Strom geltende Sicherheitsfaktor zur Bestimmung der Temperaturklasse entsprechend der Oberflächentemperatur muss in allen Fällen 1,0 betragen.

Wenn kein zählbarer Fehler auftreten kann, sind die Anforderungen von a) für das Schutzniveau *„ib"* ausreichend, wenn die Prüfanforderungen für *„ib"* damit erfüllt werden können.

Schutzniveau *„ic"*

Bei angelegten Spannungen U_m und U_i dürfen die eigensicheren Stromkreise in elektrischen Betriebsmitteln des Schutzniveaus *„ic"* nicht in der Lage sein, im ungestörten Betrieb eine Zündung zu verursachen.

Zur Prüfung oder Beurteilung der Stromkreise auf Funkenzündung gilt ein Sicherheitsfaktor von 1,0. Der für die Spannung oder den Strom geltende Sicherheitsfaktor zur Bestimmung der Temperaturklasse entsprechend der Oberflächentemperatur muss in allen Fällen 1,0 betragen.

ANMERKUNG:
Für dieses Schutzniveau trifft das Fehlerkonzept nicht zu.

Geräte mit galvanischer Trennung

Die beispielsweise in eigensicheren Netzgeräten eingesetzten Transformatoren müssen eine sichere galvanische Trennung zwischen Primär- und Sekundärstromkreis gewährleisten.

Die für den eigensicheren Stromkreis maßgebenden Daten werden von der Ausgangskennlinie dieses Trafos und evtl. vorhandener Beschaltung (Spannungsbegrenzung durch Dioden, Strombegrenzung durch Widerstände oder durch die Elektronik) bestimmt.

Trennung eigensicherer von nicht eigensicheren Stromkreisen

Die Anschlussteile der eigensicheren Stromkreise müssen, um Verwechslungen beim Anschluss oder Überbrückungen durch Lösen von Anschlussleitungen zu verhindern, sicher von den Anschlussteilen eines nicht-eigensicheren Stromkreises getrennt sein.

Dies kann erreicht werden, indem z.B. die Anschlussklemmen der eigensicheren Stromkreise mindestens 50 mm von den Anschlussklemmen jedes nicht-eigensicheren Stromkreises entfernt oder von diesen durch eine isolierende Wand oder eine geerdete metallische Wand getrennt sind. Diese Trennwände müssen entweder bis 1,5 mm an die Gehäusewand heranreichen oder aber einen Mindestabstand von 50 mm zwischen den Anschlussklemmen sicherstellen.

Trennung isolierter Leitungen eigensicherer und nicht-eigensicherer Stromkreise

Der Abstand zwischen den Leitern isolierter Leitungen muss bestimmten Anforderungen genügen. Diese Isolation mit Ausnahme von Lacken und ähnlicher Überzüge wird als feste Isolation betrachtet. Die Trennstrecke wird durch Addition der radialen Dicke der Isolation auf den Drähten ermittelt. Die Mindestabstände sind in EN 60079-11 vorgegeben:

z.B.

bei U ≤ 60 V	0,5 mm
bei U ≤ 750 V	1,4 mm

Zündschutzart nach EN 60079...

Die Spannung U ist die Summe der Spannungen der eigensicheren oder des eigensicheren und des nicht eigensicheren Stromkreises.
Dieser Abstand ist nicht erforderlich, wenn:

- die Adern der eigensicheren oder nicht-eigensicheren Stromkreise mit einem geerdeten Schirm ausgerüstet sind
- oder wenn bei elektrischen Betriebsmitteln des Schutzniveaus - ib und ic - die Isolation der Leitungen der eigensicheren Adern einer Prüfwechselspannung von 2000 V standhält.

Außerdem muss beachtet werden, dass keine induktiven oder kapazitiven Beeinflussungen vom nicht eigensicheren Stromkreis in den eigensicheren Stromkreis erfolgen können.

Planung eigensicherer Stromkreise

Beim Aufbau eines eigensicheren Stromkreises mit nur einem eigensicheren und einem zugehörigen Betriebsmittel sind die Grenzwerte für die zulässige äußere Kapazität und die zulässige äußere Induktivität dem Typenschild des zugehörigen Betriebsmittels zu entnehmen und für den Stromkreis maßgebend. Anhand der vom zugehörigen elektrischen Betriebsmittel max. möglichen Einspeiseenergie ist nun nur noch das Erwärmungsverhalten des eigensicheren Betriebsmittels zu überprüfen. Bei der Zusammenschaltung mehrerer eigensicherer Stromkreise (beispielsweise mehrere zugehörige Betriebsmittel wirken auf ein eigensicheres Betriebsmittel) ist jedoch eine weitergehende Überprüfung der Eigensicherheit erforderlich.

Die Überprüfung der Eigensicherheit eines Stromkreises ist exakt zu dokumentieren.

Eigensichere Stromkreise mit Zenerbarrieren

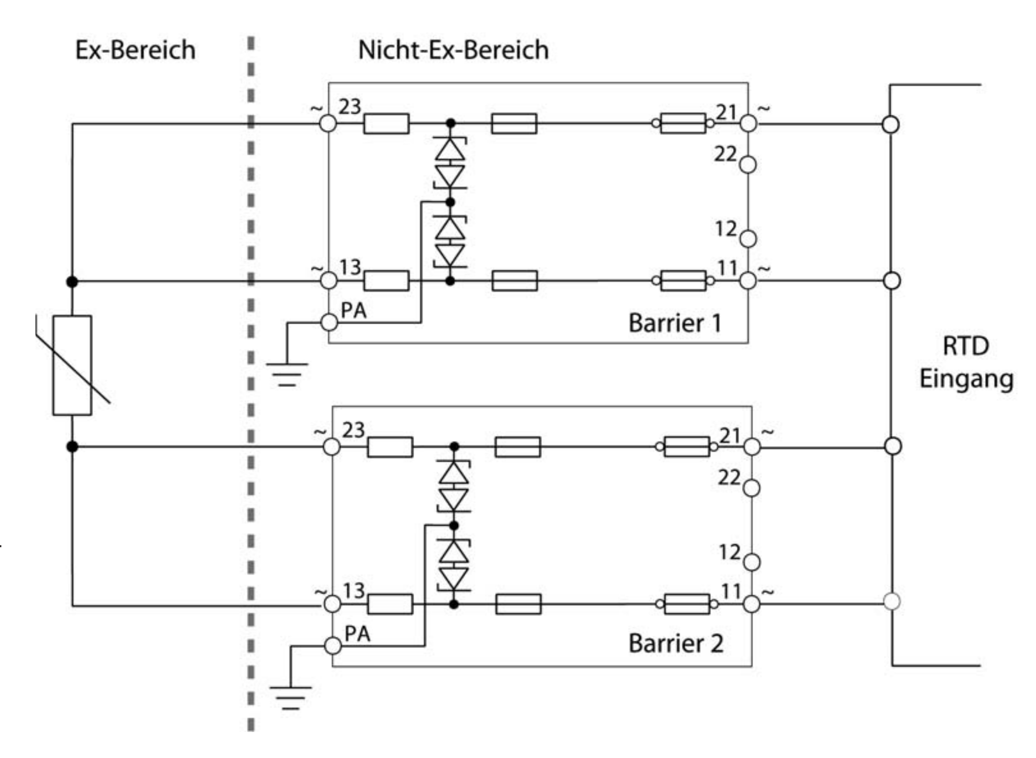
Eigensichere Stromkreise sind im Normalfall isoliert zu errichten. Sie dürfen geerdet werden, wenn dies aus Funktionsgründen erforderlich ist. Sie müssen jedoch geerdet werden, wenn dies aus Sicherheitsgründen zwingend ist. Diese Erdung ist nur an einer Stelle, durch Verbinden mit dem Potentialausgleich, der im gesamten Bereich der Errichtung des eigensicheren Stromkreises vorhanden sein muss, zulässig. Da bei Sicherheitsbarrieren keine galvanische Trennung des nicht eigensicheren vom eigensicheren Stromkreis vorhanden ist, muss hier aus Sicherheitsgründen eine einwandfreie Erdverbindung vorhanden sein.

Arbeiten und Prüfen an eigensicheren Stromkreisen

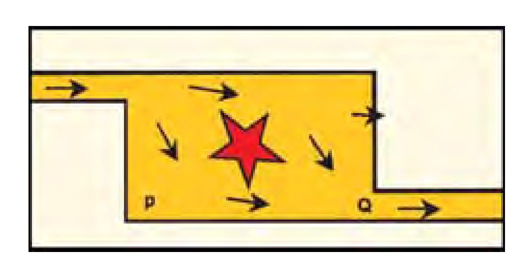
Prinzipiell darf an eigensicheren Stromkreisen unter Spannung gearbeitet werden, da aufgrund ihrer Auslegung keine Zündung erfolgen kann. Es sind jedoch auch hierbei die allgemein geltenden Anforderungen für Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen zu beachten. Beim Einsatz von Messgeräten ist zu beachten, dass diese Geräte eventuell innere Energiespeicher enthalten (z.B. die Induktivität eines Drehspulanzeigers), welche die Eigensicherheit aufheben können.

Reduzierte Trennabstände

Unter gewissen in der Norm definierten Randbedingungen ist es möglich, Leiterplatten mit kleineren als den standardmäßig geltenden Trennabständen zu realisieren. Damit wird der Einsatz von kleineren effektiveren Elektronikelementen ermöglicht.



Beispiel einer eigensicheren Anwendung: 4-Leiter PT 100



Prinzip der Überdruckkapselung

EN 60079-13

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 13 Geräteschutz durch überdruckgekapselte Räume „p“

Diese Norm enthält Anforderungen für Entwurf, Ausführung, Prüfung, Kennzeichnung und Instandhaltung von Räumen zur Verwendung in potentiell explosionsfähiger Atmosphäre, wobei in diesen Räumen

a) Reinluft, die unter einem Druck oberhalb des Drucks der umgebenden Atmosphäre gehalten wird, dazu dient, vor der Ausbildung einer explosionsfähigen Atmosphäre innerhalb der Räume zu schützen, die keine innere Freisetzungsstelle brennbarer Stoffe enthalten, und, sofern erforderlich,

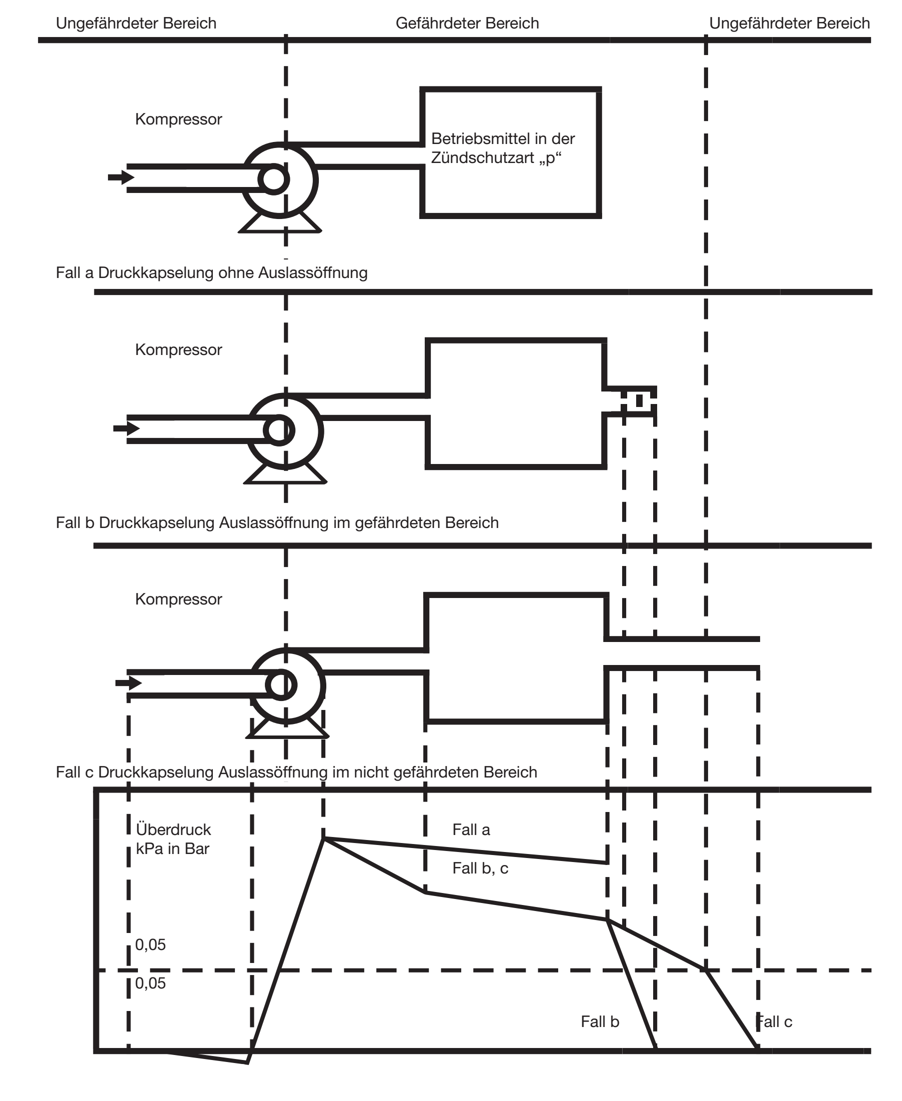
b) Reinluft in ausreichender Menge geliefert wird, um sicherzustellen, dass die hierbei entstehende Gaskonzentration des Gemisches in der Umgebung elektrischer Komponenten auf einen Wert außerhalb der Brennbarkeitsgrenzen entsprechend der speziellen Betriebsbedingungen gehalten wird. Die Reinluft wird zu einem Raum oder Gebäude geliefert, der/das eine oder mehrere innere Freisetzungsstellen brennbarer Stoffe enthält, um vor der Ausbildung einer explosionsfähigen Atmosphäre zu schützen.

c) inertes Zündschutzgas in einen Raum mit festgelegten Sicherheitsvorrichtungen geliefert wird, um vor der Ausbildung einer explosionsfähigen Atmosphäre aus einer oder mehreren der inneren Freisetzungsstellen brennbarer Stoffe zu schützen.

d) Reinluft in ausreichender Menge geliefert wird, um Personenschäden, verursacht durch die Freisetzung toxischer Stoffe aus einer oder mehreren inneren Freisetzungsstellen dieser Stoffe, abzuschwächen.

Diese Norm enthält Anforderungen an den Raum und die mit ihm verbundenen Einrichtungen, einschließlich der Rohrleitungen für Ein- und Auslässe, und ebenso an Hilfseinrichtungen, die zur sicheren Ausbildung und Aufrechterhaltung der Überdruckhaltung und/oder der Verdünnung dienen.

Für die Zwecke dieser Norm bezieht sich der Begriff "*Raum*" auf einen einzigen Raum, auf mehrere miteinander verbundene Räume oder auf ein Gebäude.



Beispiele für den statischen Überdruck im Verlauf der Rohrleitungen und durch ein druckgekapseltes Gehäuse

Zündschutzart nach EN 60079...

EN 60079-15

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 15
Geräteschutz durch Zündschutzart „n“

Definitionen:

Zündschutzart „n“
Zündschutzart elektrischer Betriebsmittel, bei der für den normalen Betrieb und bestimmte anormale Bedingungen erreicht wird, dass die Betriebsmittel nicht in der Lage sind, eine umgebende explosionsfähige Atmosphäre zu zünden.

ANMERKUNG:
Darüber hinaus ist gemäß den Anforderungen dieser Norm sicherzustellen, dass das Auftreten eines Fehlers, der in der Lage ist, eine Zündung herbeizuführen, unwahrscheinlich ist.

Nichtfunkende Einrichtung *„nA“*
Einrichtung, die so konstruiert ist, dass das Risiko des Auftretens von Lichtbögen oder Funken, die eine Zündgefahr bei Normalbetrieb entstehen lassen können, minimiert wird.

ANMERKUNG:
Für die Anwendung dieser Norm schließt der Normalbetrieb das Entfernen oder Einbringen von Bauteilen aus, während der Stromkreis unter Spannung steht.

Umschlossene Schalteinrichtung *„nC“*
Einrichtung, die schließende und öffnende elektrische Kontakte enthält und die einer internen Explosion eines eventuell eingedrungenen brennbaren Gases oder Dampfes standhält, ohne Schäden zu nehmen und ohne die interne Explosion auf das äußere umgebende brennbare Gas oder den Dampf zu übertragen.

ANMERKUNG:
Der grundsätzliche Unterschied zwischen umschlossenen Schalteinrichtungen *„nC“* und druckfester Kapselung *„d“* besteht darin, dass die Maße nicht überprüft und keine Sicherheitsfaktoren ergänzt wurden.

Zündschutzart	**Zündschutzart „n“ für elektrische Zone 2 / Kategorie 3G / EPL Gc-Betriebsmittel**			
IEC CENELEC	**EN 60079-15**			
Symbole	**nA**	**nC**	**nR**	**nL**
Definition	Nicht funkende Betriebsmittel	Betriebsmittel mit geschützten Kontakten	Schwadensichere Gehäuse	Energiebegrenzte Betriebsmittel
Beschreibung der Zündschutz-methode	Minimiert das Risiko unzulässig hoher Oberflächentemperaturen und Funken oder Lichtbögen im Innern. Wird künftig als „ec“ in EN 60079-7 aufgehen.	Muss innerer Explosion standhalten oder äußere Ex-Atmosphäre darf nicht eindringen. Kein Zünddurchschlag bei vereinfachter d-Kapselung. Künftig „dc“ in EN 60079-1.	Gehäuse, die so konstruiert sind, dass das Eindringen von Gas beschränkt wird.	Betriebsmittel mit vereinfacht eigensicher ausgelegten Stromkreisen und Bauteilen. Ist als „ic“ in EN 60079-11 enthalten.

Zündschutzart nach EN 60079...



Elektrische Maschinen:
Steckbar angeschlossene Pumpenantriebe in der Zündschutzart „nA“

Hermetisch verschlossene Einrichtung *„nC“*

Einrichtung, die so konstruiert ist, dass die äußere Atmosphäre nicht in das Innere eindringen kann, und in der die Abdichtung durch einen Schmelzprozess hergestellt worden ist, z. B. durch Weichlöten, Hartlöten, Schweißen oder Verschmelzen von Glas mit Metall.

Nicht-zündfähiges Bauteil *„nC“*

Bauteil mit Kontakten, die einen möglicherweise zündfähigen Stromkreis schließen und öffnen, bei dem der Kontaktmechanismus aber so konstruiert ist, dass das Bauteil nicht in der Lage ist, die Zündung einer bestimmten explosionsfähigen Atmosphäre herbeizuführen.

ANMERKUNG:
Das Gehäuse des nicht-zündfähigen Bauteils ist weder dafür vorgesehen, das Eindringen einer explosionsfähigen Atmosphäre auszuschließen, noch eine Explosion zu unterdrückten. Üblicherweise wird das auf speziell konstruierte Schaltkontakte angewendet, die mechanisch so ausgeführt sind, jeglichen Lichtbogen oder Funken zu löschen, damit sie keine Zündquelle sind.

Abgedichtete Einrichtung *„nC“*

Einrichtung, die so konstruiert ist, dass sie bei normalem Betrieb nicht geöffnet werden kann und die so wirksam abgedichtet ist, dass das Eindringen von äußerer Atmosphäre verhindert wird.

Schwadensicheres Gehäuse *„nR“*

Gehäuse, die so konstruiert sind, dass das Eindringen von Gas, Dämpfen und Nebel beschränkt wird.

Die in älteren Ausgaben der EN 60079-15 noch enthaltene Zündschutzart „nL“ ist in der Zwischenzeit als „ic“ in die EN 60079-11 integriert worden.

Die allgemeinen Anforderungen der EN 60079-0 sind in der Regel auch für Betriebsmittel in der Zündschutzart „n“ maßgebend.

Ergänzende Anforderungen an Betriebsmittel in der Zündschutzart „nA“

Für einige Betriebsmittel z.B.

- Elektrische Maschinen
- Sicherungen
- Leuchten

sind die Anforderungen jedoch modifiziert und auf die reduzierten Anforderungen angepasst.

Elektrische Maschinen

Die Anforderungen der vorliegenden Norm setzen voraus, dass das Auftreten einer gasexplosionsfähigen Atmosphäre und der Anlaufvorgang eines Motors nicht gleichzeitig zusammentreffen. Als *„normale“* Betriebsbedingungen für elektrische Maschinen werden stationäre Bedingungen unter Volllast-Bemessung angenommen.

Der Anlaufvorgang (Beschleunigung) von elektrischen Maschinen ist als Bestandteil des *„Normal“*-Betriebs unter Betriebsart S1 und S2 ausgeschlossen. Wegen der Möglichkeit häufigerer Anlaufvorgänge von Motoren mit Betriebsart S3 bis S10 behandeln die Anforderungen an Läuferfunkenbildung das Risiko der Läuferfunkenbildung beim Anlaufen als einen *„normalen“* Betriebszustand.

Sicherungen

Sicherungseinsätze sind dann als nichtfunkende Einrichtungen anzusehen, wenn sie nicht reparierbare, nicht anzeigende Sicherungen oder anzeigende Patronensicherungen nach IEC 60269-3 sind, die innerhalb ihrer Nennwerte betrieben werden.

ANMERKUNG:
Das Ansprechen einer Sicherung wird nicht als normaler Betrieb angesehen.

Leuchten

Die für Leuchten in der Zündschutzart *„e“* enthaltenen Einschränkungen für verwendbare Leuchtmittel und Startbedingungen gelten für die Zündschutzart *„n“* nicht in vollem Umfang.

Zündschutzart nach EN 60079...

Darüber hinaus sind in der Norm weitere besondere Lösungen beschrieben z.B.:

Ergänzende Anforderungen an nichtfunkende Betriebsmittel mit niedriger Leistungsaufnahme

Für elektronische und zugehörige Betriebsmittel, Baugruppen und Unterbaugruppen mit einer Nennspannung bis 275 V Wechselspannung oder 390 V Gleichspannung mit einer Leistung < 20 W, die z. B. für Messtechnik, Steuerungstechnik und Kommunikationszwecke eingesetzt werden, sind weitergehende Reduzierungen an Kriech- und Luftstrecken festgelegt.

Ergänzende Anforderungen an schwadensichere Gehäuse *„nR“*

Schwadensichere Betriebsmittel sind hinsichtlich der Verlustleistung generell so zu begrenzen, dass die an der Außenseite gemessene Temperatur nicht die zulässige höchste Oberflächentemperatur überschreitet. Schwadensichere Betriebsmittel mit normalerweise Lichtbögen oder Funken erzeugenden Einrichtungen oder Betriebsmittel mit heißen Oberflächen, die konstruktiv für häufige Temperaturwechsel ausgelegt sind, müssen hinsichtlich der Verlustleistung begrenzt sein, damit die an der äußeren Oberfläche des Gehäuses gemessene Temperatur nicht die Temperatur der Außenumgebung um mehr als 20 K überschreitet.

Schwadensichere elektrische Betriebsmittel ohne - unter normalen Bedingungen - Lichtbögen oder Funken erzeugende Einrichtungen, jedoch bei Normalbetrieb mit heißen Oberflächen, müssen hinsichtlich der Verlustleistung begrenzt sein, damit die an der Außenseite gemessene Temperatur nicht die festgelegte Temperaturklasse überschreitet.

Bauart

	Temp. Begrenzung	Prüfbericht	Routineprüfung
Funkend	Ta + 20 K	Ja	erforderlich
Nicht funkend	T-Klasse	Nein	erforderlich
Nicht funkend	T-Klasse	Ja	je nach Typprüfung

Prüfverfahren

Typprüfung	Prüfbericht	Routineprüfung
0,3 kPA - 0,15 kPA/360 s	Ja	Nein
0,3 kPA - 0,15 kPA/180 s	Nein	0,3 kPA - 0,15 kPA/180 s 0,3 kPA - 0,15 kPA/27 s 0,3 kPA - 0,15 kPA/27 s
0,3 kPA - 0,15 kPA/90 s	Ja	0,3 kPA - 0,15 kPA/180 s 0,3 kPA - 0,15 kPA/27 s 0,3 kPA - 0,15 kPA/27 s

Bau- und Prüfanforderungen an schwadensichere Betriebsmittel

Zündschutzart nach EN 60079...

EN 60079-18

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 18 Geräteschutz durch Vergusskapselung *„m“*

Definition:

Zündschutzart, bei der die Teile, die eine explosionsfähige Atmosphäre durch Funken oder Erwärmung zünden könnten, in eine Vergussmasse so eingebettet sind, dass weder eine Staubschicht noch die explosionsfähige Atmosphäre unter Betriebs- oder Installationsbedingungen gezündet werden kann.

Die Zündschutzart Vergusskapselung *„m“* ist in allen Zonen und im Gas- und Staubexplosionsgefährdeten Bereich einsetzbar. Je nach gefordertem Einsatzbereich erfolgt die Unterteilung in den EPL: Ga, Gb, Gc, Da, Db, Dc sowie in Ma und Mb.

Als Vergussmasse dürfen Duromere, Thermoplaste und Elastomere mit und ohne Füllstoffe und/oder andere Zusätze eingesetzt werden. Die Auswahl der Vergussmasse für einen bestimmten Anwendungsfall hängt von der Aufgabe ab, welche die Vergussmasse im Betriebsmittel zu erfüllen hat. Die Vergusskapselung muss die Wirksamkeit der Zündschutzart in Abhängigkeit des EPL auch bei zulässiger Überlastung und bestimmten Fehlern sicherstellen.

In der Vergussmasse sind Hohlräume zur Unterbringung von Bauteilen wie Relais, Transistoren, etc. bis zu einem Volumen von 100 cm^3 zulässig. Speziell ausgeführte Multilayer-Leiterplatten werden ebenfalls als vergussgekapselt betrachtet.

Beispiele für Vergusskapselung „m“:

- Relais, Melde- und Befehlsgeräte
- Elektronische Geräte und Komponenten
- Kleintransformatoren
- Magnetventile



Elektrische Komponenten in Vergusskapselung

Zündschutzarten nach EN 60079...

EN 60079-25

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 25 Eigensichere Systeme

Definitionen:

Eigensicheres elektrisches System:
Baugruppe aus miteinander verbundenen elektrischen Betriebsmitteln, die im Dokument der Systembeschreibung dargestellt sind und in der die Stromkreise oder Teile von Stromkreisen, die für die Benutzung in einem explosionsgefährdeten Bereich vorgesehen sind, eigensichere Stromkreise sind.

Bescheinigtes eigensicheres elektrisches System:
Eigensicheres elektrisches System, für das ein Zertifikat ausgestellt wurde, in dem bescheinigt wird, dass das elektrische System mit der Norm übereinstimmt.

Nichtbescheinigtes eigensicheres elektrisches System:
Eigensicheres elektrisches System, bei dem durch Kenntnisse der elektrischen Kennwerte der verwendeten bescheinigten eigensicheren elektrischen Betriebsmittel, bescheinigten zugehörigen Betriebsmittel, einfache Betriebsmittel und die Kenntnisse der elektrischen und physikalischen Kennwerte der Verbindungsleitungen die eindeutige Schlussfolgerung erlauben, dass die Eigensicherheit sichergestellt ist.

Dokument der Systembeschreibung:
Dokument, in dem die einzelnen elektrischen Betriebsmittel, deren elektrische Kennwerte und die der Verbindungsleitungen festgelegt sind. Dieses Dokument der Systembeschreibung muss für sämtliche Systeme erarbeitet werden. Es muss eine ausreichende Analyse des Schutzniveaus bereitstellen, das vom System erreicht wird. Die Mindestanforderungen sind:

a) Blockschaltbild des Systems, in dem sämtliche Betriebsmittel innerhalb des Systems verzeichnet sind;

b) Angabe der Unterteilung der Betriebsmittelgruppe, des Schutzniveaus für jedes Betriebsmittel, Temperaturklasseneinteilung und Bemessung der Umgebungstemperatur des Systems;

c) Die Anforderungen und zulässigen Kennwerte der Verbindungsleitungen;

d) Einzelheiten der Erdungs- und Verbindungspunkte des Systems;

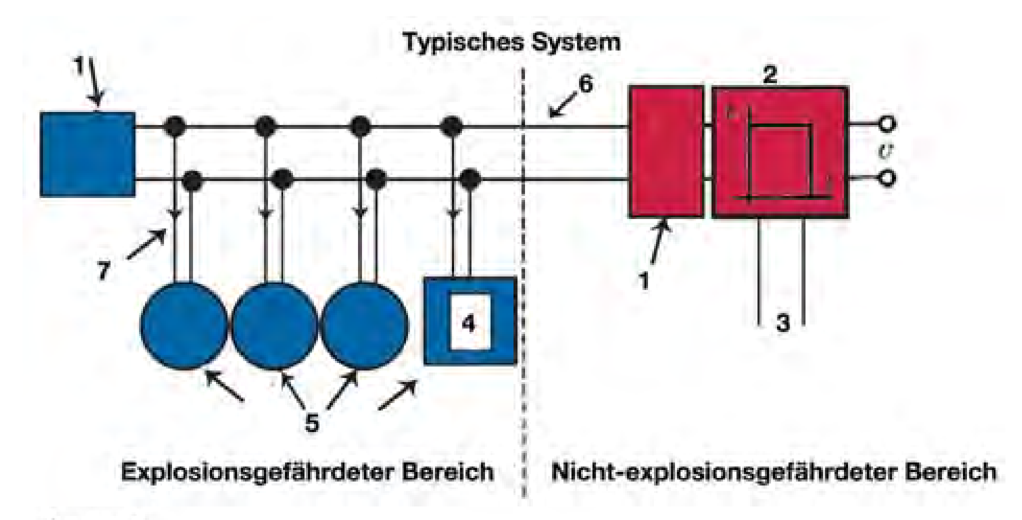
e) Falls zutreffend, muss die Begründung der Bewertung von Betriebsmitteln als *„einfaches Betriebsmittel"* nach EN 60079-11 enthalten sein. Besonders dort, wo mehrere Arten von einfachen Betriebsmitteln eingeschlossen sind, muss die Analyse der Summierung ihrer Kennwerte zur Verfügung stehen. Deren Zusammenwirken muss in einem Blockschaltbild dargestellt sein;

f) Eine eindeutige Kennzeichnung des Dokuments der Systembeschreibung muss erarbeitet werden;

g) Der Systemgestalter muss das Dokument unterschreiben und mit dem Datum versehen.



Komponenten für eigensichere Systeme



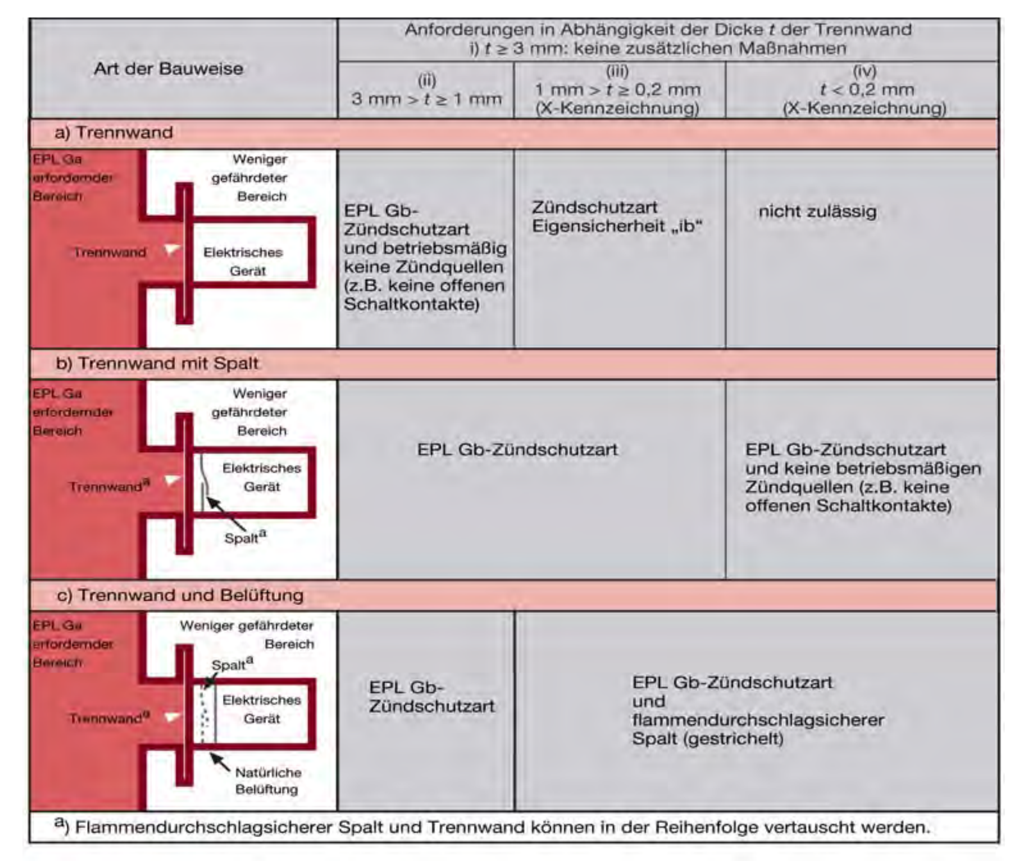
Zündschutzarten nach EN 60079...

EN 60079-26

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 26 Betriebsmittel mit Geräteschutz EPL Ga

Diese Norm legt detaillierte Anforderungen an Betriebsmittel des Geräteschutzes (EPL) Ga (Gerätegruppe II Kategorie 1G) fest. Die Betriebsmittel müssen so gestaltet sein, dass sie beim normalen Gebrauch ein sehr hohes Maß an Sicherheit gewährleisten. Sie sind für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen vorgesehen, in denen explosionsfähige Gemische aus Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebeln kontinuierlich, langzeitig oder häufig auftreten.

Diese Norm gilt auch für Betriebsmittel, die in die Trennwand zwischen unterschiedlich gefährdeten Bereichen montiert werden. Sie enthält auch Anforderungen an Betriebsmittel, die außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches installiert, aber elektrisch an Betriebsmittel der des Geräteschutzes Ga angeschlossen werden (zugehörige Betriebsmittel). Um Zündgefahren, die von elektrischen Stromkreisen der Betriebsmittel ausgehen können, auszuschließen, muss das erforderliche Maß an Sicherheit entweder bei Anwendung einer einzigen apparativen Schutzmaßnahme auch bei Auftreten von zwei unabhängigen Fehlern gewährleistet sein, oder beim Versagen einer apparativen Schutzmaßnahme durch eine zweite unabhängige apparative Schutzmaßnahme sichergestellt werden.



Art der Bauweise	Anforderungen in Abhängigkeit der Dicke t der Trennwand i) $t \geq 3$ mm: keine zusätzlichen Maßnahmen		
	(ii) 3 mm > $t \geq 1$ mm	(iii) 1 mm > $t \geq 0{,}2$ mm (X-Kennzeichnung)	(iv) $t < 0{,}2$ mm (X-Kennzeichnung)
a) Trennwand			
EPL Ga erfordernder Bereich; Weniger gefährdeter Bereich; Trennwand; Elektrisches Gerät	EPL Gb-Zündschutzart und betriebsmäßig keine Zündquellen (z.B. keine offenen Schaltkontakte)	Zündschutzart Eigensicherheit „ib“	nicht zulässig
b) Trennwand mit Spalt			
EPL Ga erfordernder Bereich; Weniger gefährdeter Bereich; Trennwand[a]; Elektrisches Gerät; Spalt[a]	EPL Gb-Zündschutzart		EPL Gb-Zündschutzart und keine betriebsmäßigen Zündquellen (z.B. keine offenen Schaltkontakte)
c) Trennwand und Belüftung			
EPL Ga erfordernder Bereich; Weniger gefährdeter Bereich; Spalt[a]; Trennwand[a]; Elektrisches Gerät; Natürliche Belüftung	EPL Gb-Zündschutzart	EPL Gb-Zündschutzart und flammendurchschlagsicherer Spalt (gestrichelt)	

[a]) Flammendurchschlagsicherer Spalt und Trennwand können in der Reihenfolge vertauscht werden.

Einzelne apparative Schutzmaßnahme

Als einzelne apparative Schutzmaßnahme sind zulässig:

- Betriebsmittel und Stromkreise entsprechend den Anforderungen von EN 60079-11 Schutzniveau „*ia*“ sowie
- Vergussgekapselte Betriebsmittel entsprechend den Anforderungen von EN 60079-18 „*ma*“.

Kombinationen apparativer Schutzmaßnahmen

Elektrische Betriebsmittel müssen die Anforderungen der Normen der Reihe EN 60079-0, und folgende unabhängig voneinander erfüllen. Diese kombinierten genormten Zündschutzarten müssen auf unterschiedlichen physikalischen Schutzprinzipien beruhen. Sie müssen unabhängig voneinander überprüft werden können.

Einsatz in Trennwänden

Die Tabelle erläutert bei Einsatz von Trennelementen die möglichen Kombinationen von Trennwänden mit Zündschutzarten. Die Betriebsmittel und deren Teile in Zone 0 müssen außerdem so gebaut sein, dass

- Zündquellen durch Schlag- und Reibfunken ausgeschlossen sind. Bei Betriebsmitteln mit betriebsmäßig bewegten Teilen dürfen an den möglichen Reib- oder Schlagstellen sowie an anderen zugänglichen Stellen keine Leichtmetalle verwendet werden.
- Zündgefahren durch gefährliche elektrostatische Aufladungen nicht auftreten können.

Anschlusstechnik

Anschlüsse für Betriebsmittel und deren Teile in Zone 0 sind nach Möglichkeit außerhalb der Zone 0 anzuordnen.

Zündschutzarten nach EN 60079...

EN 60079-27

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 27 Konzept für eigensichere Feldbussysteme (FISCO)

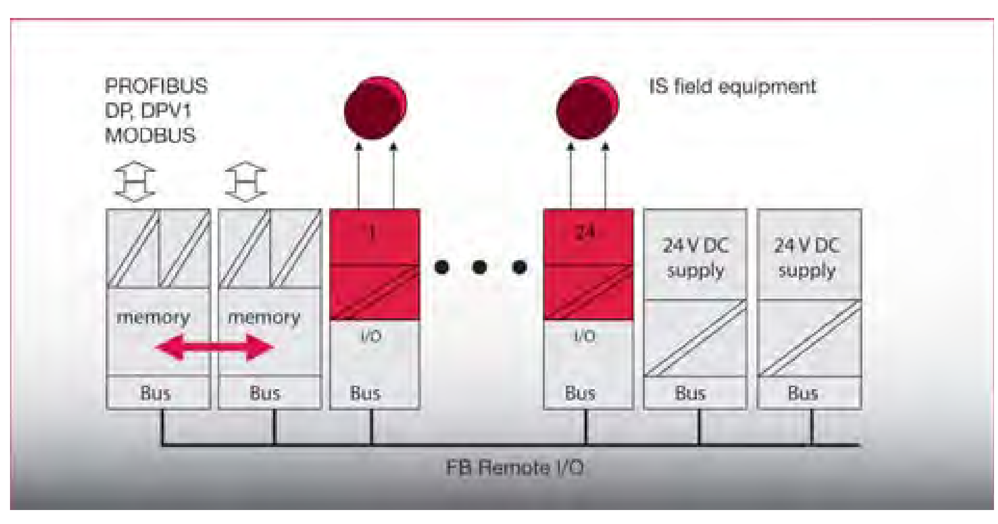
In dieser Norm sind die Anforderungen an Geräte, Systeme und die Errichtungspraxis bei der Anwendung des

Fieldbus Intrinsically Safe Concept (FISCO)

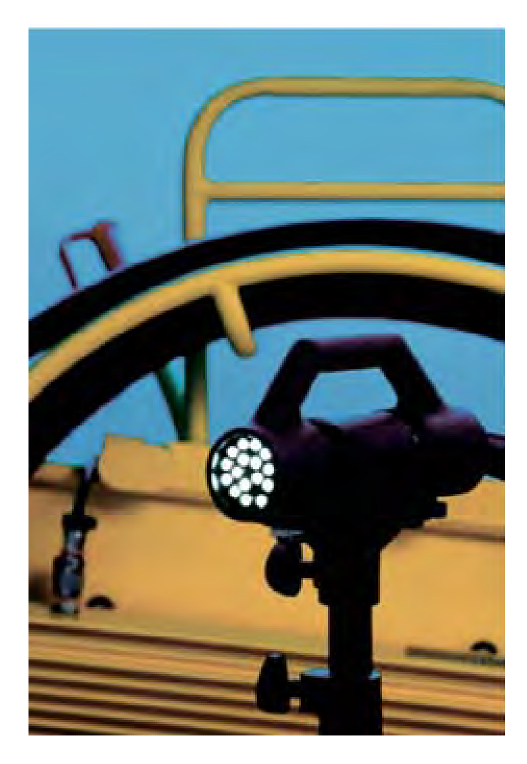
festgelegt. Es basiert auf den Konzepten von manchesterkodierten busgespeisten Systemen, die in Übereinstimmung mit IEC 61158-2, dem *„physical layer standard“* für Feldbus-Installationen, gestaltet sind.

Die konstruktiven Anforderungen und die Errichtungsanforderungen an FISCO-Geräte und -Systeme sind zwischenzeilich in EN 60079-11, EN 60079-14 und EN 60079-25 festgelegt, soweit sie nicht in dieser Norm modifiziert werden. Ein Teil eines Feldbus-Gerätes kann nach jeder der Explosionsschutzmethoden, die in IEC 60079-0 aufgeführt sind, ausgeführt sein, jeweils geeignet für den Einsatz in der vorgesehenen Zone. Unter diesen Umständen sind die Anforderungen dieser Norm nur auf die Teile des Gerätes anwendbar, die direkt an die eigensichere Bushauptleitung oder die Stichleitungen angeschlossen sind.

Im Allgemeinen sind „ic“ FISCO-Systeme für den Einsatz in Zone-2-Bereichen vorgesehen, FISCO-Systeme sind vorwiegend für den Einsatz in den Zonen 1 und 2 vorgesehen, dürfen aber in Zone 0 Bereiche hineinführen, wenn dieses in der Dokumentation explizit erlaubt ist.



Zündschutzart nach EN 60079...



Lichtaustritt einer Leuchte für den Einsatz in Zone 0. Die Lichtleitung erfolgt über ein Glasfaserkabel. Die Lichtquelle befindet sich in Zone 1

EN 60079-28

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 28 Schutz von Einrichtungen und Übertragungssystemen, die mit optischer Strahlung arbeiten

Optische Einrichtungen in Form von Lampen, Lasern, LEDs, Lichtwellenleitern usw. werden zunehmend für Kommunikations-, Überwachungs-, Sensor- und Messaufgaben eingesetzt. Die Installation erfolgt häufig innerhalb oder in der Nähe von möglicherweise explosionsgefährdeten Bereichen, die von der Strahlung durchdrungen werden, die derartige Einrichtungen aussenden. Dadurch entsteht die Möglichkeit, dass die Strahlung in Abhängigkeit von ihren Eigenschaften eine umgebende explosionsfähige Atmosphäre zünden kann.

Es gibt vier mögliche Zündmechanismen:

a) Die optische Strahlung wird von Oberflächen oder Partikeln absorbiert, die sich dadurch erwärmen und unter bestimmten Umständen eine Temperatur annehmen können, die eine umgebende explosionsfähige Atmosphäre zünden kann;

b) Die thermische Zündung eines Gasvolumens, wobei die optische Wellenlänge mit einer Absorptionsbande des Gases übereinstimmt;

c) Die photochemische Zündung aufgrund photochemischer Dissoziation von Sauerstoffmolekülen durch Strahlung im Ultraviolett-Bereich;

d) Ein direkter laserinduzierter Durchschlag des Gases im Brennpunkt eines starken Strahles durch Erzeugung von Plasma und einer Stoßwelle, die beide möglicherweise als Zündquelle wirken können.

Zur Vermeidung von Zündungen durch optische Strahlung in explosionsgefährdeten Bereichen können drei Schutzkonzepte angewendet werden:

a) Inhärent sichere optische Strahlung, Schutzart *„op is“;*

b) Geschützte optische Strahlung, Schutzart *„op pr“;*

c) Optische Systeme mit Verriegelung, Schutzart *„op sh“.*

Inhärent sichere optische Strahlung Schutzart *„op is“*

Inhärent sichere optische Strahlung bedeutet sichtbare Strahlung oder Infrarotstrahlung, die unter normalen oder unter festgelegten Fehlerbedingungen keine ausreichende Energie bereitstellen kann, um eine spezifische explosionsfähige Atmosphäre zu zünden.

Geschützte optische Strahlung, Schutzart *„op pr“*;

Bei diesem Konzept ist gefordert, dass die Strahlung innerhalb einer optischen Faser oder in einem anderen Übertragungsmedium eingeschlossen ist. Es stützt sich auf die Annahme, dass keine Strahlung aus diesem Einschluss entkommen kann. In diesem Fall bestimmt die Zuverlässigkeit des Einschlusses die Sicherheit des Systems.

Optische Systeme mit Verriegelung, Schutzart *„op sh“*

Dieses Schutzkonzept ist bei einer Strahlung anwendbar, die nicht inhärent sicher ist, wenn eine Verriegelungsabschaltung vorhanden ist, falls der Schutz durch den Einschluss versagt und die Strahlung für Zeitbereiche freigesetzt wird, die kürzer als die Zündverzugszeit ist.

Betriebsmittelgruppe	I	IIA	IIA	IIB	IIC	
Temperaturklasse		T3	T4	T4	T4	T6
Temperaturklasse (°C)	< 150	< 200	< 135	< 135	< 135	< 85
Leistung (mW)	150	150	35	35	35	15
Bestrahlungsstärke (mW/mm²) (Oberfläche bis 400 mm²)	20*	20*	5	5	5	5
Für bestrahlte Flächen größer als 30 mm² bei denen brennbare Materialien in den Strahl gelangen können, gilt ein Grenzwert der Bestrahlungsstärke von 5 mW/mm².						

Sichere Strahlungsleistung und Bestrahlungsstärke für explosionsgefährdete Bereiche, eingeteilt nach Betriebsmittelgruppe und Temperaturklasse

Zündschutzarten nach EN 60079...

EN 60079-30-1

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 30-1 Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Allgemeine Anforderungen und Prüfanforderungen

Diese Norm legt die allgemeinen Konstruktions- und Prüfanforderungen für elektrische Widerstands-Begleitheizungen zur Anwendung in gasexplosionsgefährdeten Bereichen fest.

Sie umfasst Begleitheizungen bestehend aus werksseitig oder vor Ort montierten Einheiten, z. B. Serien- oder Parallelheizkabel sowie Heizmatten oder Heizplatten, die nach Anweisungen des Herstellers zusammengebaut und/oder angeschlossen wurden. Die Widerstands-Begleitheizung muss so bemessen und aufgebaut sein, dass sie im explosionsgefährdeten Bereich sicher betrieben werden kann, insbesonders müssen die verwendeten Komponenten den zutreffenden Zündschutzart entsprechen.

Darüber hinaus muss sichergestellt sein, dass die Oberflächentemperatur der Widerstands-Begleitheizung unter allen Bedingungen, bei Einhaltung eines Sicherheitsabstandes, unter der Zündtemperatur des explosionsfähigen Gemisches bleibt. Kann dies nicht durch die Bauart der Heizleitung sichergestellt werden sind geeignete Sicherheitsthermostate als Begrenzer einzusetzen.



Beispiel einer Rohrbegleitheizung



Staubablagerungen in einem Industriebetrieb

EN 60079-31

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 31 Geräte-Staubexplosionsschutz durch Gehäuse *„t“*

Definition:

Staub-Zündschutzart durch Gehäuse „t“ ist eine Staub-Zündschutzart, bei welcher das elektrische Gerät ein Gehäuse mit Schutz gegen Staubeintritt und eine Maßnahme zur Begrenzung der Oberflächentemperatur aufweist.

Diese Norm gilt für elektrische Geräte mit Schutz durch ein Gehäuse und mit begrenzter Oberflächentemperatur zur Verwendung in explosionsfähigen Staubatmosphären. Sie legt Anforderungen für Entwurf, Aufbau und Prüfung von elektrischen Geräten fest. In der Norm sind die Anforderungen an die drei Schutzniveaus *„ta“*, *„tb“* und *„tc“* enthalten, und ermöglicht damit die Anwendung für die EPLs Da, Db und Dc. Sie gilt nicht für die Stäube von Explosivstoffen, die keinen atmosphärischen Sauerstoff zur Verbrennung benötigen, oder für pyrophore Stoffe.

Darüber hinaus ist sie auch nicht anwendbar für elektrische Geräte zur Verwendung in Grubenbauen, die durch Schlagwetter gefährdet sind. Sie berücksichtigt auch keine Gefahren in oberirdischen Bergwerksanlagen, die durch Schlagwettergas und/oder brennbaren Staub gefährdet sind.

ANMERKUNG:

Die Verwendung von elektrischen Geräten in Bereichen, die sowohl brennbare Stäube wie auch explosionsfähige Gase – ob gleichzeitig oder getrennt – enthalten können, kann zusätzliche Schutzmaßnahmen erfordern.

Druckprüfung

Die einwandfreie Dichtfunktion ist für die Zündschutzart „t“ von essentieller Bedeutung. Aus diesem Grunde wird vor Durchführung der IP Prüfung zusätzlich eine *„Druckprüfung“* gefordert. Damit wird sichergestellt, dass die Dichtung bei eventuell - durch z.B. Temperaturschwankungen - auftretendem inneren Über- oder Unterdruck auch sicher in ihrer Position gehalten wird.



Staub-Zündschutzart durch Gehäuse „t“: Langfeldleuchte im staubexplosionsgefährdeten Bereich

Zusätzliche Anforderungen an Betriebsmittel im Schutzniveau *„ta“*

- Beschränkung des maximal zulässigen Kurzschlussstromes
- Variante zur Prüfung IP6X mit erhöhten Anforderungen
- Thermische Prüfung unter einer mindestens 500 mm dicken Staubschüttung auf der ganzen Oberfläche des Gehäuses
- Begrenzung der Temperatur von eingebauten Teilen und Komponenten

Zündschutzarten nach EN 61241...

EN 61241-4

Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub – Teil 4: Zündschutzart „pD“

Definition:

Zündschutzart „pD“
Mit der Anwendung von Zündschutzgas in einem Gehäuse verbundenes Verfahren, bei dem die Bildung einer explosionsfähigen Staubatmosphäre im Inneren des Gehäuses dadurch verhindert wird, dass ein innerer Überdruck gegenüber der umgebenden Atmosphäre aufrechterhalten wird. Diese Norm enthält Anforderungen an Konstruktion, Aufbau, Prüfung und Kennzeichnung von elektrischen Betriebsmitteln zur Verwendung in brennbaren Staubatmosphären, in denen ein Zündschutzgas (Luft oder inertes Gas) mit einem über dem Druck der umgebenden Atmosphäre gehaltenen Druck dazu verwendet wird, das Eindringen von Staub zu verhindern, der anderenfalls zur Bildung eines brennbaren Gemischs in Gehäusen führen könnte, die keine Quelle für brennbaren Staub enthalten. Sie enthält insbesondere Anforderungen an den Aufbau und die Prüfung einschließlich der Schutzanforderungen, die für elektrische Betriebsmittel mit der Zündschutzart Überdruckkapselung "pD" gelten. Die Norm enthält keine Anforderungen an überdruckgekapselte Gehäuse mit einer inneren Staubfreisetzungsquelle. Der Überdruck von mindestens 50 Pa kann mit laufender Zündschutzgas-Durchspülung oder auch nur durch Ausgleich der Leckverluste aufrechterhalten werden. Als Schutzgas dient in der Regel Luft. Ein- und Austritt des Schutzgases sollten vorzugsweise außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches erfolgen. Um sicherzustellen, dass angesammelter brennbarer Staub entfernt worden ist, muss das Gehäuse vor Inbetriebnahme des Betriebsmittels gereinigt werden. Während des Betriebs muss die Überdruckhaltung überwacht und bei Abfall des Überdrucks ein Warnzeichen gegeben oder abgeschaltet werden.

Beispiele für Überdruckkapselung „pD“:

- Elektrische Maschinen größerer Leistung
- Schaltpulte und Schaltschränke
- Schalträume

Es ist vorgesehen den Inhalt dieser Norm zukünftig in die Norm EN 60079-2 zu integrieren.

EN 61241-11

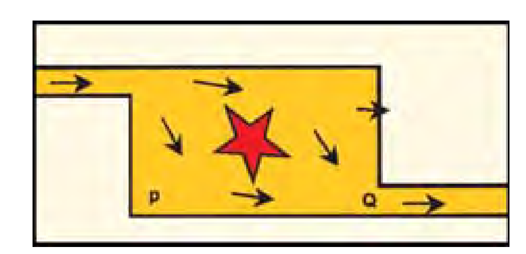
Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub – Teil 11: Zündschutzart „iD“ Schutz durch Eigensicherheit

Der Inhalt dieser Norm wurde bereits in die Norm EN 60079-11 integriert.

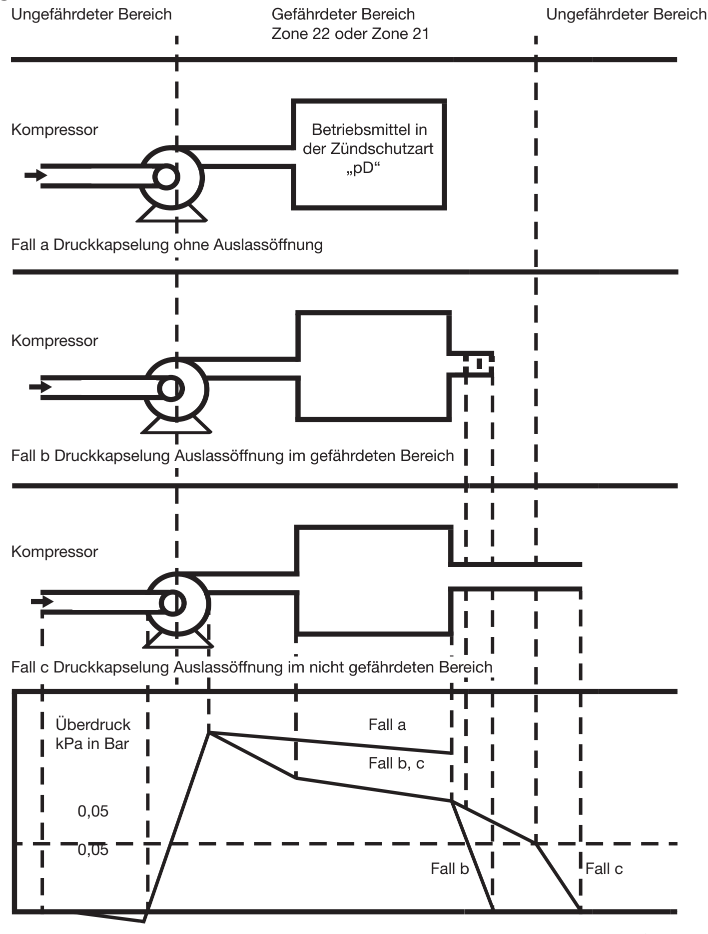
EN 61241-18

Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub – Teil 18: Zündschutzart „mD“ Schutz durch Vergusskapselung

Der Inhalt dieser Norm wurde bereits in die Norm EN 60079-18 integriert.



Prinzip der Überdruckkapselung



Beispiele für den statischen Überdruck im Verlauf der Rohrleitungen und durch ein druckgekapseltes Gehäuse

Explosionsschutz mechanischer Betriebsmittel



Explosionsschutz mechanischer Betriebsmittel

Die Richtlinie 94/9/EG ist im Gegensatz zur ersten Richtlinie für Betriebsmittel zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen, die auf elektrische Betriebsmittel beschränkt war, nun eine für alle Betriebsmittel geltende Richtlinie. Aus diesem Grunde wurden analog zu den elektrischen Geräten auch eine Normenreihe mit Konstruktions- und Prüfanforderungen für mechanische Betriebsmittel entwickelt. Im „OJ" (Official Journal): *„Mitteilung der Kommission im Rahmen der Durchführung der Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen"*
sind die geltenden harmonisierten Normen aufgelistet.

Übersicht über die im „OJ" z. Zt. enthalten Normen für mechanische Betriebsmittel:

Diese Anforderungen sind in der Normenreihe EN 13463 beschrieben.

EN 13463-1:2001

Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen — Teil 1: Grundlagen und Anforderungen

In diesem Teil wird die allgemeine Methodik einer Gefährdungsbeurteilung mechanischer Geräte vorgegeben. Dabei wird versucht, das Entstehen mechanischer Zündquellen zu vermeiden. Wenn dies konstruktiv nicht möglich ist, werden Maßnahmen getroffen, damit diese Zündquellen nicht wirksam werden können. Ferner kommen Maßnahmen zur Anwendung, um das Zusammentreffen von wirksamen Zündquellen mit der explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern. Als weitere Maßnahme wird eine mögliche Explosion so eingeschlossen, dass sie sich nicht auf äußere Bereiche ausbreiten kann. Aus diesen Maßnahmen ergibt sich die Struktur der mechanischen Zündschutzarten:

ENO	Referenz und Titel der Norm (und Referenzdokument)
CEN	EN 1127-1: 2007 Explosionsfähige Atmosphären - Explosionsschutz - Teil 1: Grundlagen und Methodik
CEN	EN 13463-1: 2001 Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 1: Grundlagen und Anforderungen
CEN	EN 13463-2: 2004 Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 2: Schutz durch schwadenhemmende Kapselung „fr"
CEN	EN 13463-3: 2005 Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 3: Schutz durch druckfeste Kapselung „d"
CEN	EN 13463-5: 2003 Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 5: Schutz durch konstruktive Sicherheit „c"
CEN	EN 13463-6: 2005 Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 6: Schutz durch Zündquellenüberwachung „b"
CEN	EN 13463-8: 2003 Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 8: Schutz durch Flüssigkeitskapselung „k"

Explosionsschutz mechanischer Betriebsmittel

- Entstehen mechanischer Zündquellen vermeiden:

EN 13463-5:2003

Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen — Teil 5: Schutz durch konstruktive Sicherheit „c“

Die Betriebsmittel sind so dimensioniert und konstruiert (z.B. durch besondere Dichtheit und Überdimensionierung), dass während der Gerätelebenszeit auch bei zu erwartenden Störungen keine Zündquelle auftreten kann. Anwendungen findet diese Zündschutzart z.B. bei Lagern und Kupplungen.

Die mechanische Zündschutzart *„Eigensicherheit g“* wurde in die allgemeinen Grundlagen und in die Zündschutzart „c“ integriert, so dass der geplante Teil 4 nicht weiter bearbeitet wurde.

- Zündquellen werden nicht wirksam:

EN 13463-6:2005

Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen — Teil 6: Schutz durch Zündquellenüberwachung „b“

Viele Arten nicht-elektrischer Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen enthalten bei Normalbetrieb keine wirksame Zündquelle. Es besteht jedoch die Gefahr des Entstehens einer Zündquelle, wenn eine Störung innerhalb der beweglichen Teile auftritt oder ein nicht vorschriftsmäßiger Vorgang ausgeführt wird. Um zu verhindern, dass potentielle Zündquellen bei Normalbetrieb, einer Störung oder einer seltenen Störung wirksam werden, ist es möglich, Sensoren in das Gerät einzubauen, damit sich anbahnende gefährliche Bedingungen festgestellt und bereits in einer frühen Phase der Störung, bevor potentielle Zündquellen wirksam werden, Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können. Die angewandten Maßnahmen können automatisch durch direkte Verbindungen zwischen den Sensoren und dem Zündschutzsystem oder manuell durch Abgabe einer Warnung an den Betreiber des Gerätes eingeleitet werden (mit dem Ziel, dass der Betreiber die Zündschutzmaßnahme ausführt, z. B. durch Stillsetzten des Gerätes).

- Zusammentreffen von wirksamen Zündquellen mit der explosionsfähigen Atmosphäre verhindern:

EN 13463-8:2003

Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen — Teil 8: Schutz durch Flüssigkeitskapselung „k“

Geräte dieser Zündschutzart besitzen potenzielle Zündquellen, die entweder durch Eintauchen in eine Schutzflüssigkeit oder durch ständiges Benetzen mit einem Flüssigkeitsfilm einer Schutzflüssigkeit unwirksam gemacht werden wie z.B. bei in Öl eingetauchte Scheibenbremsen oder ölgefüllte Getriebe, deren Zahnräder teilweise eingetaucht, jedoch ständig von einem viskosen Ölfilm bedeckt sind.

EN 13463-2:2004

Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen — Teil 2: Schutz durch schwadenhemmende Kapselung „fr“

Eine schwadenhemmende Kapselung wird realisiert mit Gehäusen, die mit angemessener Wahrscheinlichkeit verhindern, dass die Atmosphäre im Gehäuseinneren explosionsfähig wird, wenn die Atmosphäre außerhalb des Gehäuses selten und für nur kurze Zeit explosionsfähig ist. Daher beschränkt sich ihre Anwendung auf die Erfüllung der Anforderungen der Gerätekategorie 3.

- Ausbreiten einer möglichen Explosion auf äußere Bereiche verhindern:

EN 13463-3:2005

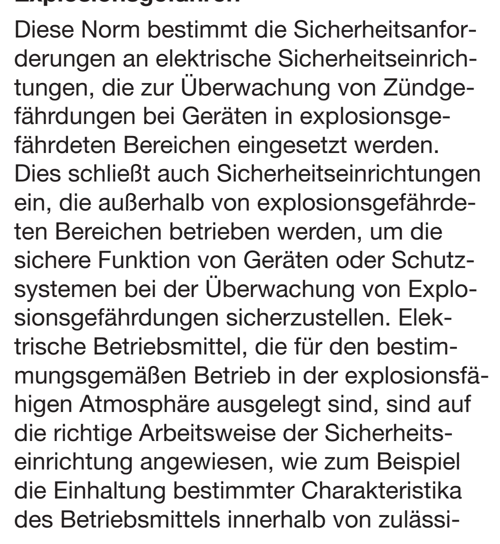
Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen — Teil 3: Schutz durch druckfeste Kapselung „d“

Diese Zündschutzart entspricht grundsätzlich den Festlegungen für elektrische Geräte. Deshalb beschränkt sich diese Norm, um Wiederholungen zu vermeiden, lediglich auf Darstellung der Unterschiede zur mechanischen Anwendung.



EN 50495
Sicherheitseinrichtungen für den sicheren Betrieb von Geräten im Hinblick auf Explosionsgefahren





EN 50495

Sicherheitseinrichtungen für den sicheren Betrieb von Geräten im Hinblick auf Explosionsgefahren

Diese Norm bestimmt die Sicherheitsanforderungen an elektrische Sicherheitseinrichtungen, die zur Überwachung von Zündgefährdungen bei Geräten in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden. Dies schließt auch Sicherheitseinrichtungen ein, die außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen betrieben werden, um die sichere Funktion von Geräten oder Schutzsystemen bei der Überwachung von Explosionsgefährdungen sicherzustellen. Elektrische Betriebsmittel, die für den bestimmungsgemäßen Betrieb in der explosionsfähigen Atmosphäre ausgelegt sind, sind auf die richtige Arbeitsweise der Sicherheitseinrichtung angewiesen, wie zum Beispiel die Einhaltung bestimmter Charakteristika des Betriebsmittels innerhalb von zulässigen Grenzen. Beispiele solcher Sicherheitseinrichtungen sind Motor-Schutzeinrichtungen (Begrenzung des Temperaturanstiegs bei Blockade) und Kontrolleinrichtungen zum Schutz des Druckausgleichs. Mit Hilfe von Steuer oder Überwachungseinrichtungen können Zündquellen vermieden werden. Daher müssen diese Einrichtungen die entsprechenden Maßnahmen innerhalb der angemessenen Reaktionszeit ausführen, beispielsweise das Auslösen eines Alarms oder ein automatisches Ausschalten.

Sicherheitseinrichtungen, deren Sicherheitsfunktion nicht angemessen mit den bestehenden Normen der Reihe EN 60079 oder der Reihe EN 61241 spezifiziert werden können, müssen ergänzend den Anforderungen dieser Norm entsprechen.

Sicherheitseigenschaften der Sicherheitseinrichtung

Eine Sicherheitseinrichtung muss das Niveau an Betriebssicherheit abhängig von der Reduktion des Zündquellenrisikos für das Betriebsmittel unter Kontrolle (EUC) erfüllen. Die nebenstehende Tabelle zeigt die erforderlichen Sicherheitseigenschaften einer Sicherheitseinrichtung, wenn diese zur Überwachung eines Betriebsmittels unter Kontrolle (EUC) mit einer potentiellen Zündquelle und einer anfänglichen Fehlertoleranz verwendet wird, um die maximale Gerätekategorie für das kombinierte Gerät zu erreichen.

EUC Hardware Fehlertoleranz		2	1	0	1	0	0
Sicherheitseinrichtung							
Hardware Fehlertoleranz		-	0	1	–	0	–
Sicherheits-Integritätslevel		-	SIL 1	SIL 2	–	SIL 1	–
Kombiniertes Gerät							
Gruppe I	Kategorie	M1			M2		–
Gruppen II,III	Kategorie	1			2		3

Anmerkungen:

Fehlertoleranz:

„0“ bedeutet, dass das EUC im Normalbetrieb sicher ist. Ein einziger Fehler kann zum Ausfall des Betriebsmittels führen.

„1“ bedeutet, dass das Betriebsmittel bei einem Fehler sicher ist. Zwei unabhängige Fehler führen zum Ausfall des Betriebsmittels.

„2“ bedeutet, dass das Betriebsmittel mit zwei unabhängigen Fehlern sicher ist. Drei Fehler können zum Ausfall des Betriebsmittels führen.

SIL 1 oder SIL 2 bezeichnet den Sicherheits-Integritätslevel der Sicherheitseinrichtung entsprechend der Normreihe EN 61508.

Kategorie 1, 2 oder 3: Die entsprechende Kategorie ist definiert in EN 13237 [1].

„–“ bedeutet, dass keine Sicherheitseinrichtung erforderlich ist.

Betriebsmittel, die eine potentielle Zündquelle im Normalbetrieb beinhalten, werden nicht von der Tabelle erfasst, da sie bereits durch die Zündschutzarten ausgelegt wurden.

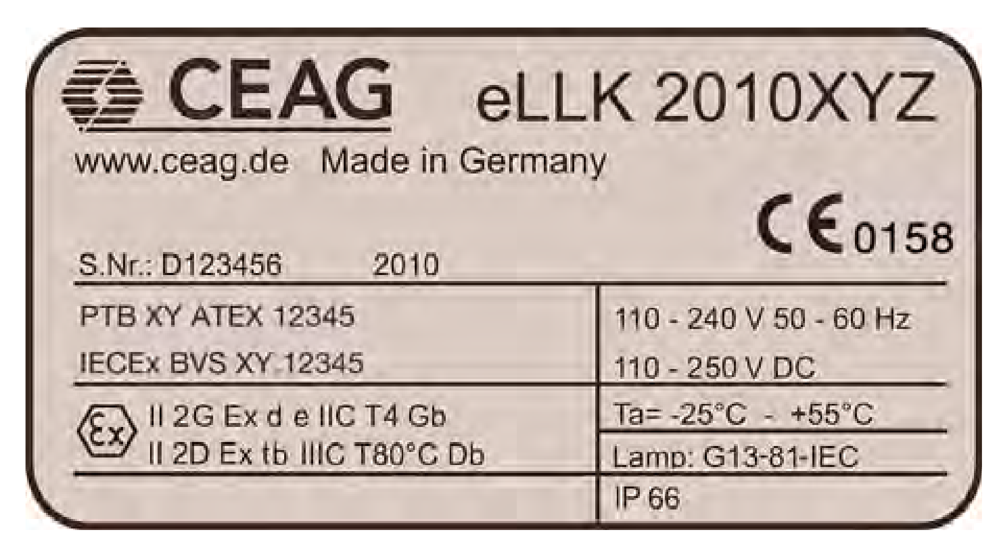
Kennzeichnung nach Richtlinie 94/9/EG

Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche durch brennbare Gase, Dämpfe und Nebel sowie Stäube gemäß den Anforderungen der Richtlinie 94/9/EG

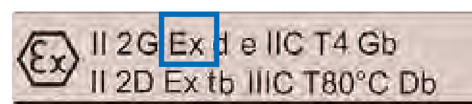
Auf jedem Gerät und Schutzsystem müssen die folgenden Mindestangaben angebracht werden:

- Name und Anschrift des Herstellers,
- CE-Kennzeichnung (siehe Anhang X, Abschnitt A),
- Bezeichnung der Serie und des Typs,
- gegebenenfalls die Seriennummer,
- das Baujahr,
- das spezielle Kennzeichen zur Verhütung von Explosionen

  gefolgt von dem
- Kennzeichen, das auf die Gerätegruppe (I oder II) und die Kategorie (M1 oder M2 bzw. 1, 2 oder 3) verweist,
- Buchstabe »G« für die Gerätegruppe II (für Bereiche, in denen explosionsfähige Gas-, Dampf-, Nebel-, Luftgemische vorhanden sind) und/oder
- Buchstabe »D« (für Bereiche, in denen Staub explosionsfähige Atmosphären bilden kann).
- Zusätzlich und wenn erforderlich müssen auch alle für die Sicherheit bei der Verwendung unabdingbaren Hinweise angebracht werden.



Kennzeichnung nach EN 60079-0



Gas: a) Ex-Symbol



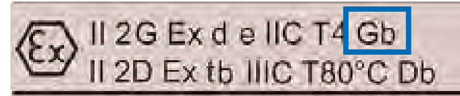
Gas: b) Angabe der Zündschutzart



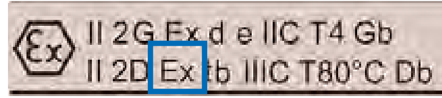
Gas: c) Angabe der Gruppe



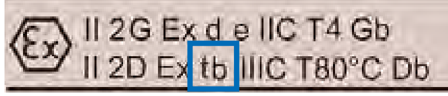
Gas: d) Angabe der Temperaturklasse



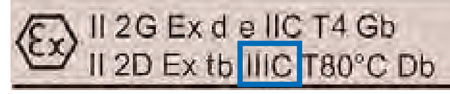
Gas: e) Angabe des Geräteschutzniveaus



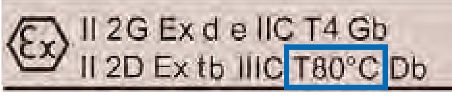
Staub: a) Ex-Symbol



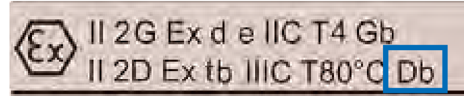
Staub: b) Angabe der Zündschutzart



Staub: c) Angabe der Gruppe



Staub: d) Angabe der max.Oberflächentemp.



Staub: e) Angabe des Geräteschutzniveaus



Staub: f) Angabe der Schutzart

Zusätzliche Anforderungen der Norm EN 60079-0

- Namen oder Zeichen der Stelle, die das Zertifikat herausgibt, und die Zertifikat-Kennnummer.
- Wenn es notwendig ist, auf besondere Bedingungen für die Anwendung hinzuweisen, muss hinter die Zertifikat-Kennnummer das Symbol "X" gesetzt werden.

Ex-Kennzeichnung für explosionsfähige Gasatmosphären.

a) das Symbol Ex, das anzeigt, dass das elektrische Gerät einer oder mehreren Zündschutzarten entspricht,

b) das Symbol der verwendeten Zündschutzart:
„d“: druckfeste Kapselung (für EPL Gb oder Mb)
„e“: erhöhte Sicherheit (für EPL Gb oder Mb)
„ia“: Eigensicherheit (für EPL Ga oder Ma)
„ib“: Eigensicherheit (für EPL Gb oder Mb)
„ic“: Eigensicherheit (für EPL Gc)
„ma“: Vergusskapselung (für EPL Ga oder Ma)
„mb“: Vergusskapselung (für EPL Gb oder Mb)
„mc“: Vergusskapselung (für EPL Gc)
„nA“: Zündschutzart n, Typ nA (für EPL Gc)
„nC“: Zündschutzart n, Typ nC (für EPL Gc)
„nR“: Zündschutzart n, Typ nR (für EPL Gc)
„o“: Ölkapselung (für EPL Gb)
„p“: Überdruckkapselung, Typ „px“ (für EPL Gb oder Mb)
„p“: Überdruckkapselung, Typ „py“ (für EPL Gb)
„p“: Überdruckkapselung, Typ „pz“ (für EPL Gc)
„q“: Sandkapselung (für EPL Gb oder Mb),

c) das Symbol für die Gruppe:
I für elektrische Geräte für schlagwettergefährdete Grubenbaue;
IIA, IIB oder IIC für elektrische Geräte für alle gasexplosionsgefährdeten Bereiche außer schlagwettergefährdeten Grubenbauen

d) für elektrische Geräte der Gruppe II das Symbol, dass die Temperaturklasse angibt,

e) das zutreffende Geräteschutzniveau „Ga“, „Gb“ oder „Gc“.

Ex-Kennzeichnung für explosionsfähige Staubatmosphären

a) das Symbol Ex, welches anzeigt, dass das elektrische Gerät einer oder mehreren Zündschutzarten entspricht

b) das Symbol jeder verwendeten Zündschutzart:
„ta“: Schutz durch Gehäuse (für EPL Da)
„tb“: Schutz durch Gehäuse (für EPL Db)
„tc“: Schutz durch Gehäuse (für EPL Dc)
„ia“: Eigensicherheit (für EPL Da)
„ib“: Eigensicherheit (für EPL Db)
„ic“: Eigensicherheit (für EPL Dc)
„ma“: Vergusskapselung (für EPL Da)
"*mb*": Vergusskapselung (für EPL Db)
„mc“: Vergusskapselung (für EPL Dc)
„p“ Überdruckkapselung (für EPL Db oder Dc),

c) das Symbol für die Gruppe IIIA, IIIB oder IIIC für elektrische Geräte in Bereichen mit explosionsfähiger Staubatmosphäre

d) die maximale Oberflächentemperatur in Grad Celsius und die Maßeinheit °C mit einem vorangestellten Buchstaben ..,T" (z. B. T 90°C)

e) das zutreffende Geräteschutzniveau *„Da“, „Db“* oder *„Dc“*

f) die Schutzart (z. B. IP 54).

Die Ex-Kennzeichnung für explosionsfähige Gasatmosphären und explosionsfähige Staubatmosphären darf nicht kombiniert werden, sondern muss separat erfolgen.

Anforderungen an die Errichtung, Betrieb, Wartung und Reparatur elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Anforderungen an die Errichtung, Betrieb, Wartung und Reparatur elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Vorschriften, Bestimmungen und Verordnungen

Für das Errichten und Betreiben elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen müssen beachtet werden:

- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)
- Verordnung über das Inverkehrbringen von Geräten und Schutzsystemen für explosionsgefährdete Bereiche – Explosionsschutzverordnung (ExVO)
- Richtlinie zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliederstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (94/9/EG)
- Richtlinie über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können (1999/92/EG)
- Explosionsschutz-Regeln (EX – RL) mit Beispielsammlung der BG-Chemie
- Regeln zur Vermeidung von Zündgefahren in Folge elektrostatischer Aufladungen vom Hauptverband der Berufsgenossenschaften
- Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften BGV A2 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“
- Die zutreffenden Technischen Regeln Betriebssicherheit (TRBS)

Grundsätzlich gelten für das Errichten elektrischer Anlagen folgende VDE-Bestimmungen:

- VDE 0100, 0101, 0107, 0113, 0141, 0185, 0190, 0800 Teil 1 – 4.

Zusätzlich müssen für explosionsgefährdete Bereiche folgende VDE-Bestimmungen berücksichtigt werden:

- VDE 0165, und die VDE 0170 (alle Teile).

Für Betrieb und Wartung vorhandener Anlagen gilt:

- VDE 0105 Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 1 Allgemeine Festlegungen

Projektierung und Errichtung

EN 60079-14

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen

Diese Norm enthält die spezifischen Anforderungen für die Projektierung, die Auswahl und die Errichtung von elektrischen Anlagen in explosionsfähigen Atmosphären. Wenn das Gerät auch gegen andere Umgebungsbedingungen, z. B. gegen das Eindringen von Wasser oder gegen Korrosion geschützt sein soll, dann können zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich sein. Diese angewendeten Schutzmaßnahmen sollten die Eignung des Gehäuses nicht nachteilig beeinflussen.

Die Anforderungen dieser Norm gelten nur für den Einsatz von Geräten unter normalen oder nahezu normalen atmosphärischen Bedingungen. Bei anderen Bedingungen können zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen erforderlich sein. Beispielsweise können die meisten entflammbaren Werkstoffe und viele Werkstoffe, die als nicht entflammbar angesehen werden, unter den Bedingungen der Sauerstoffanreicherung intensiv brennen.

Weitere Vorsichtsmaßnahmen können auch beim Einsatz von elektrischen Geräten unter den Bedingungen von extremer Temperatur und extremem Druck erforderlich sein. Derartige Vorsichtsmaßnahmen liegen außerhalb des Anwendungsbereiches der vorliegenden Normen.

Diese Anforderungen ergänzen die Anforderungen/Normen für die Errichtung in nicht explosionsgefährdeten Bereichen.

Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen nach EN 60079-14

Diese Norm gilt für alle elektrischen Geräte, einschließlich fest installierter, tragbarer, transportabler und in der Hand zu haltender und dauerhaft oder zeitweilig installierten Anlagen. Sie gilt für Anlagen aller Spannungen.

Diese Norm gilt nicht für:

- elektrische Anlagen in schlagwettergefährdeten Grubenbauen;
- explosivstoffgefährdete Bereiche, z. B. Herstellung und Verarbeitung von Explosivstoffen;
- Räume für medizinische Zwecke;
- elektrische Anlagen in Bereichen, wo die Gefahr von hybriden Gemischen aus brennbarem Staub mit explosionsfähigem Gas, Dampf oder Nebel ausgeht.

Diese Norm berücksichtigt etwaige Risiken nicht, die auf der Emission von entzündbarem oder giftigem Gas aus dem Staub entstehen.

Eine Übersicht der in der Norm enthaltenen Anforderungen kann der folgenden Inhaltsangabe entnommen werden.

Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen nach EN 60079-14

12.3 Anlagen, um die Anforderungen von EPL "Ga" zu erfüllen
12.4 Sonderanwendungen
13 Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart "p" - Überdruckkapselung
13.1 Schutzart "p"
13.2 Motoren
13.3 Zündschutzart "pD"
13.4 Räume für explosionsfähige Gasatmosphäre
14 Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart "n"
14.1 Allgemeines
14.2 Schutzart von Gehäusen (IEC 60034-5 und IEC 60529)
14.3 Kabel und Leitungen
14.4 Motoren
14.5 Leuchten
15 Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart ,,o" - Ölkapselung
16 Zusätzliche Anforderungen für die Zündschutzart "q" - Sandkapselung
17 Zusätzliche Anforderungen an die Zündschutzart "m"-Vergusskapselung
18 Zusatzanforderungen an die Zündschutzart "Ex tD" - Schutz durch Gehäuse

Kurzinformationen zu einigen ausgewählten Punkten:

Potentialausgleich

Innerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen ist zur Vermeidung zündfähiger Funken ein Potentialausgleich erforderlich. Alle leitfähigen Teile, die zur Konstruktion bzw. Installation gehören und bei denen mit einer gefährlichen Potentialverschiebung zu rechnen ist, müssen in den Potentialausgleich eingebunden werden.

Beispiele bei denen zusätzliche Potentialausgleichmaßnahmen erforderlich sein können:

- über Kompensatoren (nichtleitend) isolierte Rohrleitungen
- isolierte Dichtungsscheiben

In den Potentialausgleich nicht eingebunden werden müssen:

- leitende Fensterrahmen
- leitende Türrahmen

Gehäuse müssen nicht zusätzlich an den Potentialausgleich angeschlossen werden, wenn sie durch ihre Befestigung sicheren Kontakt zu Anlagenteilen haben, die ihrerseits in den Potentialausgleich eingebunden sind.

Blitzschutzanlage

In explosionsgefährdeten Bereichen ist in Abhängigkeit der Zone eine funktionsfähige Blitzschutzanlage erforderlich. Die einzelnen Anforderungen können der VDE 0185 entnommen werden. In der EN 60079-14 wird nur das Schutzziel formuliert, dass die Auswirkungen von Blitzeinschlägen auf ein ungefährliches Maß reduziert werden müssen. Lediglich für eigensichere Stromkreise, die in die Zone 0 führen, ist eine Überspannungsschutzeinrichtung vorgeschrieben.

Elektrostatische Aufladung

Die für Betriebsmittel geltenden Anforderungen (siehe EN 60079-0) sind auch für alle anderen aufladbaren Bauteile relevant und müssen bei der Errichtung und dem Betrieb von Anlagen berücksichtigt werden.

Notabschaltung

Für Notfälle, wenn mit einer Gefahrenausweitung zu rechnen ist, müssen außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches Einrichtungen zur Abschaltung der elektrischen Versorgung des explosionsgefährdeten Bereiches vorhanden sein.



Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen nach EN 60079-14

Freischalten

Zusätzlich wird zum sicheren Arbeiten für jeden Stromkreis (oder jede Gruppe) eine Trennvorrichtung mit Kennzeichnung des Stromkreises gefordert.

Kabel und Leitungen

Grundsätzlich müssen Kabel und Leitungen so ausgewählt werden, dass sie den zu erwartenden mechanischen, elektrischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen standhalten. Nicht im Erdreich oder in sandgefüllten Kanälen verlegte Kabel müssen gegen Brandverschleppung geschützt werden.

Durchführungen für Kabel und Leitungen zu nicht explosionsgefährdeten Bereichen müssen ausreichend dicht verschlossen sein (z.B. Sandtassen, Mörtelverschluss). An den Stellen, an denen besondere Beanspruchungen an Kabel und Leitungen auftreten, müssen diese besonders geschützt werden (z.B. Schutzrohre). Es dürfen jedoch keine geschlossenen Rohrsysteme verlegt werden, es sei denn, sie sind durch die besondere Bauart für explosionsgefährdete Bereiche geeignet.



Zusatzanforderungen

Neben den bereits beschriebenen grundsätzlichen Anforderungen sind in der Norm weitergehende Anforderungen je nach Zündschutzart und/oder Betriebsmittelart enthalten.

Inbetriebnahme von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Nach Errichten einer Anlage muss der Betreiber veranlassen, diese gemäß BetrSichV §14 vor der ersten Inbetriebnahme auf ihren ordnungsgemäßen Zustand durch eine befähigte Person oder eine ZÜS (zugelassene Überwachungsstelle) prüfen zu lassen.

Als befähigte Person für elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen wird in Deutschland bisher eine Elektrofachkraft angesehen, die natürlich zusätzlich alle notwendigen Kenntnisse des Explosionsschutzes haben muss. Als Prüfungsgrundlage muss der Stand der Technik berücksichtigt werden.

Die Durchführung der Prüfung kann auch durch eine entsprechend ausgebildete Fachkraft eines Fremdunternehmens durchgeführt werden, wenn diese als befähigte Person benannt und vom Betreiber der Anlage entsprechend beauftragt wurde. Über das Ergebnis dieser Prüfung ist eine Aufzeichnung anzufertigen (§ 19 BetrSichV). Für den Fall, dass Planer und Errichter aus verschiedenen Unternehmen stammen, müssen die Verantwortungsbereiche untereinander genau abgestimmt werden.

Bei eigensicheren Stromkreisen müssen die Planungsgrundlagen für den Nachweis der Eigensicherheit mit der Montage koordiniert werden, denn Veränderungen der Montage können Einfluss auf den Nachweis der Eigensicherheit haben.

Betrieb von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Betrieb von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Nachdem eine Anlage ordnungsgemäß errichtet worden ist, muss sie auch nach dem Stand der Technik ordnungsgemäß betrieben werden.

Der verantwortliche Betreiber muss gemäß §12 BetrSichV folgende wichtigen Grundsätze beachten:

- Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes der elektrischen Anlage
- Überwachung der elektrischen Anlage
- Unverzügliche Durchführung der notwendigen Instandsetzungsmaßnahmen
- Betriebseinstellung bei nicht behebbaren Mängeln, durch welche Personen gefährdet werden können
- Instandhaltung explosionsgeschützter Betriebsmittel

Nach der Inbetriebnahme muss sichergestellt werden, dass der ordnungsgemäße Zustand erhalten bleibt. Dazu müssen die Anlagen nach §15 BetrSichV in bestimmten Fristen, mindestens aber alle drei Jahre wiederkehrend geprüft werden. Für die Durchführung dieser Prüfungen kann die EN 60079-17/VDE 0165 Teil 10 herangezogen werden. Bei Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen hängt die Sicherheit von Menschen, Anlagen und Umwelt in erhöhtem Maße von der strengen Einhaltung aller Sicherheitsvorschriften ab.

Betriebsleitung, Betriebs- und Instandhaltungspersonal müssen optimal zusammenarbeiten, um ein Höchstmaß an Sicherheit zu gewährleisten. Das Wartungspersonal, das in solchen Anlagen arbeitet, trägt deshalb eine besondere Verantwortung.

Instandhaltung

Die Instandhaltung ist die Gesamtheit aller Maßnahmen (Inspektion, Wartung und Instandsetzung) zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes sowie zur Festlegung und Beurteilung des Ist-Zustandes. Die Inspektion oder auch Überwachung hilft anstehende Wartungsarbeiten vorzubereiten und Trends für mögliche Schäden aufzuzeigen. Die Inspektion in Form einer Sichtkontrolle zeigt der erfahrenen Fachkraft z.B. durch Tröpfchenbildung an Schaltkästen, ob intensivere Prüfungen notwendig werden.

Besondere Sicherheitsmaßnahmen

Bei allen Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen muss sichergestellt werden, dass weder zündfähige Funken, noch zu heiße Oberflächen entstehen, die in Verbindung mit der explosionsfähigen Atmosphäre zu einer Explosion führen. Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln, die unter Spannung stehen, sind in explosionsgefährdeten Bereichen grundsätzlich verboten. Als Ausnahmen sind Arbeiten an eigensicheren Stromkreisen zugelassen und in Sonderfällen auch Arbeiten an anderen elektrischen Anlagen. In diesem Fall muss die Betriebsleitung mit einem Erlaubnisschein schriftlich bestätigen, dass für die Dauer der Arbeiten am Arbeitsort keine Explosionsgefahr besteht. Die Spannungsfreiheit darf nur mit explosionsgeschützten Messgeräten geprüft werden. Als Ausnahmen gelten nur die beiden oben genannten Sonderfälle. In explosionsgefährdeten Bereichen darf nur dann geerdet oder kurzgeschlossen werden, wenn keine Explosionsgefahr besteht.

Betrieb von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Erlaubnisschein für explosionsgefährdete Bereiche

Zutreffendes ankreuzen. Nichtzutreffendes in angekreuzten Zeilen streichen

Erlaubnis für Schweiß-, Brenn- und andere Funken erzeugenden Arbeiten, für Bohren, Schleifen, Schlag- und Stemmarbeiten, für den Einsatz nicht explosionsgeschützter Geräte.

A **1.** Auftraggeber: ______ Bau: ______ Tel.: ______ Meister: ______

2. Arbeitsstelle und Art der Arbeit ______

3. Erlaubnis von ______ Uhr, bis ______ Uhr, für die Zeit ______

4. Für Werkstätte/Fa. ______ Bau ______ Meister ______

B Gefahrenstellen in der Umgebung der Arbeitsstelle, Bauten, Apparate usw.	Zuständiger	Bau	Telefon
1.			
2.			
3.			
4.			

C Sicherungsmaßnahmen — durchzuführen von: — erledigt

- ☐ **1.** Prüfen auf Dichtheit von Rohrleitungen u. Apparaten in der Umgebung der Arbeitsstelle ______ ☐
- ☐ **2.** Lösch- und andere Sicherungsmaßnahmen ______
- ☐ a. Bereitstellen von Löschwasser, Feuerlöscher an der Arbeitsstelle ______ ☐
- ☐ b. Feuerwehrschlauch anschließen ______ ☐
- ☐ c. Sicherungsposten aufstellen
  - ☐ Handwerker ☐ Betriebsangehöriger ☐ Aufsichtsführender ☐ Feuerwehrmann ______ ☐
- ☐ d. Beseitigen von brennbaren Stoffen, Dämpfen, Gasen oder Staubablagerungen ______ ☐
- ☐ e. ______ ☐
- ☐ f. ______ ☐
- **3.** **Kennzeichnung der Arbeitsstelle** (Straße, Gleisanlage usw.)
- ☐ a. Durch rote Flaggen (20 m beiderseits der Arbeitsstelle) ______ ☐
- ☐ b. Durch Schilder (z.B. Feuerarbeiten auf Rohrbrücke) ______ ☐
- ☐ c. Absperrung, Umleitung für Tankfahrzeuge, Sperrung für Gleisfahrzeuge ______ ☐
- **4.** **Sicherung der Umgebung gegen Schweißfunke**
- ☐ a. Abdecken der benachbarten Leitungen ______ ☐
- ☐ b. Schutzwand anbringen, Dachhaut schützen, evtl. feucht halten ______ ☐
- ☐ c. Bei Zugverkehr Arbeiten einstellen ______ ☐
- ☐ d. Von feuergefährlichen Kesselwagen, Tanklagern usw. Mindestabstand von ______ m halten ______ ☐
- ☐ e. Abdecken bzw. Abdichten von Rohrdurchbrüchen, Gitterrosten, Licht- und Kanalschächten ______ ☐
- ☐ f. ______ ☐
- **5.** **Für Arbeiten in und an Behältern, Apparaten, Gruben, Rohrleitungen, an ausgebauten Anlagenteilen, in engen Räumen usw. Zusätzliche Maßnahmen auf:**
- ☐ a. Befahr-Erlaubnis ______ Nr. ______ vom ______ ☐
- ☐ b. Arbeitserlaubnis ______ Nr. ______ vom ______ ☐
- ☐ c. Sicherungsschein für elektrische Betriebsmittel Nr. ______ vom ______ ☐
- ☐ d. ______ ☐
- **6.**
- ☐ a. Vor Beginn der Arbeit **täglich** melden bei B 1, 2, 3, 4. ______ ☐
- ☐ b. Ende der Arbeit **täglich** melden bei B 1, 2, 3, 4. ______ ☐
- **7.**
- ☐ a. Kontrolle der angekreuzten Sicherungsmaßnahmen durch (Name) ______ ☐
- ☐ b. Kontrolle der Arbeitsstelle nach Beendigung der Arbeiten durch (Name) ______ ☐

C Einverständnis der Zuständigkeiten für die Gefahrenstellen

Arbeitsbeginn gemeldet am: ______ bei: ______

Für B 1 Maßnahmen C Ziffer ______
Für B 2 Maßnahmen C Ziffer ______
Für B 3 Maßnahmen C Ziffer ______
Für B 4 Maßnahmen C Ziffer ______

Datum — Unterschriften

Erlaubnisschein ausgestellt ______

Datum — Unterschrift des Betriebsleiters oder dessen Beauftragte

Muster eines Erlaubnisscheins

Vermeidung von Funkenbildung

Bei den eingesetzten elektrischen Betriebsmitteln sorgen deren Zündschutzarten dafür, dass zündfähige Funken oder heiße Oberflächen nicht mit der explosionsfähigen Atmosphäre zusammentreffen oder nicht für die äußere Atmosphäre wirksam werden (z.B. druckfeste Kapselung). Zum Messen elektrischer Größen dürfen ohne weitere organisatorische Maßnahmen nur explosionsgeschützte Messgeräte eingesetzt werden.

Auch beim An- und Abklemmen von Kabeln kann es zu zündfähigen Funken kommen, ohne dass eine Spannungsquelle angeschlossen wurde. Gründe hierfür können mögliche Energiespeicher der elektrischen Anlage sowie äußere Einflüsse wie Induktion oder elektromagnetische Felder sein. Die Elektrofachkraft muss sich zu jeder Zeit im Klaren sein, ob mit zündfähigen Funken zu rechnen ist.

Auch bei der Verwendung von handgeführtem Werkzeug muss eine mögliche Funkenbildung berücksichtigt werden. Man unterscheidet hier zwei Arten von Werkzeugen. Werkzeuge, bei deren Benutzung nur ein einzelner Funke entstehen kann, wie z.B. Schraubendreher oder Schraubenschlüssel, und den Werkzeugen, bei deren Benutzung ein Funkenregen entsteht, wie z.B. bei Trenn- oder Winkelschleifern. Generell dürfen in den Zonen 0 und 20 keine Werkzeuge eingesetzt werden, die Funken erzeugen können. In den Zonen 1 und 2 dürfen nach EN 1127 nur Stahlwerkzeuge eingesetzt werden, bei denen nur ein einzelner Funke entstehen könnte, wenn in diesem Bereich keine Stoffe der Explosionsgruppe IIC vorhanden sind. In den Zonen 21 und 22 sind Stahlwerkzeuge, die einen einzelnen Funken hervorrufen könnten, zulässig.

Werkzeuge, die Funkenregen erzeugen, dürfen grundsätzlich nur in Verbindung mit einem *„Erlaubnisschein"* verwendet werden, wenn sichergestellt ist, dass für die Arbeitszeit keine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist. Im Erlaubnisschein müssen entsprechende Sicherheitsmaßnahmen festgeschrieben werden.

EN 60079-17
Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 17:
Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen

EN 60079-17

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen

Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen verfügen über spezielle Merkmale, die den ordnungsgemäßen Betrieb in diesen Bereichen ermöglichen. Es ist aus Gründen der Sicherheit wesentlich, dass die Wirksamkeit dieser speziellen Merkmale während der gesamten Lebensdauer derartiger Anlagen erhalten bleibt. Dies erfordert eine Erstprüfung und

a) entweder danach regelmäßig wiederkehrende Prüfungen

b) oder wiederkehrende Prüfung im Rahmen der ständigen Überwachung durch Fachkräfte und, wenn nötig, Wartung und Instandsetzung

In dieser an den Betreiber gerichteten Norm werden nur die Gesichtspunkte, die direkt auf die Prüfung, Wartung und Instandsetzung von elektrischen Anlagen bezogen auf den Explosionsschutz behandelt. Sie schließt nicht ein:

- andere grundlegende Anforderungen für Installation und Prüfung elektrischer Anlagen
- den Eignungsnachweis für elektrische Geräte
- die Reparatur und Wiederherstellung von explosionsgeschützten Geräten (siehe EN 60079-19)

Sie ist nicht anwendbar für

- untertägige Bergwerke,
- Bereiche, in denen ein Risiko durch das Vorhandensein von hybriden Mischungen entstehen kann,
- Staub von explosionsgefährlichen Stoffen, die keinen Luftsauerstoff zur Verbrennung brauchen,
- pyrophore Stoffe.

Inhaltsangabe der Norm (Auszug):

Definitionen:

Sichtprüfung

Prüfung, bei der ohne Nutzung von Zugangseinrichtungen oder Werkzeugen sichtbare Fehler festgestellt werden, zum Beispiel fehlende Schrauben

Nahprüfung

Prüfung, bei der zusätzlich zu den Aspekten der Sichtprüfung solche Fehler festgestellt werden, wie z. B. lockere Schrauben, die nur durch Verwendung von Zugangseinrichtungen, z. B. Stufen, und Werkzeugen (falls erforderlich) zu erkennen sind.

Anmerkung

Für Nahprüfungen braucht ein Gehäuse üblicherweise nicht geöffnet oder das Gerät spannungsfrei geschaltet zu werden.

Detailprüfung

Prüfung, bei der zusätzlich zu den Aspekten der Nahprüfung solche Fehler festgestellt werden, wie z. B. lockere Anschlüsse, die nur durch das Öffnen von Gehäusen und/ oder, falls erforderlich, Verwendung von Werkzeugen und Prüfeinrichtungen zu erkennen sind.

Ständige Überwachung

Inspektion, Unterhaltung, Pflege, Wartung und Instandsetzung der elektrischen Anlagen durch häufig anwesendes fachkundiges Personal, das mit der betreffenden Anlage und ihren Umgebungsbedingungen Erfahrung hat, mit dem Ziel, die Explosionsschutzmerkmale der Anlage in einem ordnungsgemäßen Zustand zu erhalten.

EN 60079-17
Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen

Fachkundiges Personal

Personen, denen bei der Ausbildung auch Kenntnisse über die verschiedenen Zündschutzarten und Errichtungsverfahren, die Anforderungen dieser Norm, einschlägige nationale Vorschriften und Unternehmensregeln für die Anlage sowie die allgemeinen Grundsätze der Zoneneinteilung vermittelt wurden.



Explosionsgeschützte Kopf- und Handleuchten sorgen bei Inspektions- und Wartungsarbeiten für die flexible und sichere Ausleuchtung des Arbeitsfeldes

Dokumentation

Für Inspektionen, Wartung und Instandsetzung muss eine aktuelle Dokumentation für die folgenden Punkte zur Verfügung stehen:

a) Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche und, falls eingeschlossen, das erforderliche Geräteschutzniveau EPL (Equipment Protection Level) für jeden Ort (siehe EN 60079-10);

b) für Gase: Anforderungen für Gruppen (IIA, IIB oder IIC) und Temperaturklassen der verwendeten Geräte;

c) für Stäube: Anforderungen für Gruppen (IIIA, IIIB oder IIIC) und maximale Oberflächentemperaturen der verwendeten Geräte;

d) Geräteeigenschaften, z. B. Bemessungstemperaturen, Zündschutzart, IP-Schutzgrad, Korrosionsbeständigkeit;

e) ausreichende Unterlagen, um explosionsgeschützte Geräte entsprechend der jeweiligen Zündschutzart instand zu halten (z. B. Liste und Standort für Geräte, Ersatzteile, technische Informationen);

f) Kopien der vorhergehenden Prüfaufzeichnungen.

Prüfungen

Bevor eine Anlage oder ein Gerät in Betrieb genommen wird, muss eine Erstprüfung erfolgen.

Um sicherzustellen, dass die Anlagen in einem explosionsgefährdeten Bereich in dem Zustand erhalten werden, den der weitere Betrieb erfordert, müssen entweder

a) regelmäßige wiederkehrende Prüfungen oder

b) ständige Überwachungen durch fachkundiges Personal und, wenn erforderlich, Wartung und Instandsetzung durchgeführt werden.

EN 60079-17
Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen

Ständige Überwachung

Unter der *„ständigen Überwachung“* versteht man die kontinuierliche Betreuung der elektrischen Anlagen durch fach- und ortskundiges Personal mit dem Ziel der schnellen Erkennung und unverzüglichen Beseitigung von auftretenden Mängeln und der frühzeitigen Erkennung von Veränderungen mit Einleitung von angemessenen Gegenmaßnahmen.

Zur Realisierung der ständigen Überwachung muss der verantwortliche Betreiber der Anlage fachkundiges Personal dauerhaft beschäftigen und diesem ausreichend Freiraum für die Betreuung der Anlagen einräumen. Als Mindestanforderung wird die Ausbildung als Elektrofachkraft vorausgesetzt. Zusätzlich müssen hinreichende Kenntnisse auf dem Fachgebiet Explosionsschutz vorhanden sein.

Damit mögliche Schwachstellen frühzeitig erkannt werden können, müssen spezielle Kenntnisse der elektrischen Anlage sowie deren Beanspruchung vorhanden sein.

Im Rahmen seiner Betreuungsaufgaben, wie zum Beispiel Kontrollgänge, Inspektionen, Wartungsarbeiten, Reinigungsarbeiten, Fehlersuche, Schalthandlungen, An- und Abklemmarbeiten, Einstell- und Abgleicharbeiten, Änderungen und Montagearbeiten, erkennt die Elektrofachkraft auftretende Mängel bzw. Veränderungen sehr frühzeitig, so dass die erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig ergriffen werden können.

Die ständige Überwachung muss unter der Verantwortung einer fachkundigen Person mit leitender Funktion durchgeführt werden (verantwortlicher Ingenieur). Bei der Qualifikation dieses verantwortlichen Ingenieurs steht die Funktionsbeschreibung und nicht der Ausbildungsgang im Vordergrund. Es handelt sich hierbei um eine verantwortliche Person in einer leitenden Funktion, die zum Beispiel durch einen ausgebildeten Techniker mit entsprechenden Fachkenntnissen wahrgenommen werden kann.

Aufgrund dieser Kenntnisse regelt er die Qualifikation des Fachpersonals sowie die Durchführung der ständigen Überwachung, indem er entsprechende Arbeitsabläufe festlegt, die Veränderungen der Umgebungsbedingungen, die Rückmeldungen der Instandhaltung und stichprobenartige Einzelprüfungen analysiert, um daraus frühzeitig notwendige Maßnahmen für die Adaptierung der elektrischen Anlagen vorzunehmen.

Wird die ständige Überwachung in geeigneter Weise dokumentiert, kann damit unter Umständen ein großer Teil der nach § 15 BetrSichV vorgeschriebenen wiederkehrenden Prüfungen abgedeckt werden.

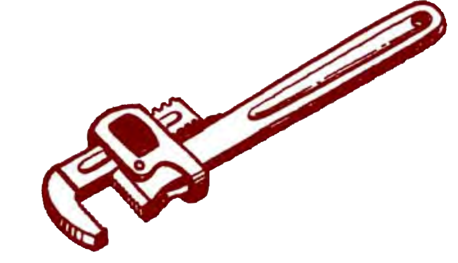
Prüfpläne gemäß EN 60079-17

Tabelle 1 - Prüfplan für Ex „d“, „e“ und „n“
(D= Detailprüfung, N= Nahprüfung, S= Sichtprüfung)

	Folgendes ist zu prüfen	Zündschutzart „d“			Zündschutzart „e“			Zündschutzart „n“		
		Prüftiefe								
		D	N	S	D	N	S	D	N	S
A	**Gerät**									
1	Gerät entspricht EPL/Zonenanforderungen des Einbauortes	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2	Gerät ist richtig	•	•		•	•		•	•	
3	Geräte Temperaturklasse ist richtig	•	•		•	•		•	•	
4	Geräte-Stromkreisbezeichnung ist richtig	•			•			•		
5	Geräte-Stromkreisbezeichnung ist vorhanden	•	•	•	•	•	•	•	•	•
6	Gehäuse, Glasscheiben und Glas-Metall-Abdichtungen und/oder Verbindungen sind ordnungsgemäß	•	•	•	•	•	•	•	•	•
7	Keine unzulässigen Änderungen	•			•			•		
8	Keine sichtb[illegible]		•	•		•	•		•	•
9	Sc[illegible] …t und undirekt).									
	…sind ausreichend)									
	…alische Prüfung	•	•		•	•		•	•	
	- Sichtprüfung			•			•			•
7	Fehlerschleifen-Impedanz (TN-System) oder Erdungswiederstand (IT-System) ausreichend	•								
8	Isolationswiederstand ist ausreichend									
9	Die Automatische elektrische Schutzeinrichtung spricht in zulässigen Grenzwerten an	•						•		
10	Die Automatische elektrische Schutzeinrichtung ist richtig eingestellt, automatische Rückstellung nicht möglich	•			•			•		
11	Spezielle Betriebsbedingungen (falls zutreffend) sind eingehalten	•			•			•		
12	Kabel und Leitungen, die nicht benutzt werden, sind richtig abgeschlossen	•			•			•		
13	Hindernisse in der Nähe von zünddurchschlagsicheren Verbindungen sind in Übereinstimmung mit IEC 60079-14	•	•	•						
14	Installationen mit veränderbarer Spannung/Frequenz in Übereinstimmung mit der Dokumentation	•	•		•	•		•	•	
C	**Umgebungseinflüsse**									
1	Das Gerät ist ausreichend gegen Korrosion, Wetter, Schwingungen und andere Störfaktoren geschützt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2	Keine übermäßige Staub oder Schmutzansammlung	•	•	•	•	•	•	•	•	•
3	Elektrische Isolierung ist sauber und trocken				•			•		

ANMERKUNG 1 Allgemeines: Die Überprüfung an Geräten mit den beiden Zündschutzarten „d“ und „e“ stellen eine Kombination beider Spalten dar.
ANMERKUNG 2 Positionen B7 und B8: Man sollte bei der Verwendung von elektrischen Prüfgeräten die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass in der Nähe des Gerätes eine explosionsfähige Atmosphäre sein kann

EN 60079-19
Gerätereparatur, Überholung und Regenerierung



Instandsetzung explosionsgeschützter Betriebsmittel

Betriebsmittel müssen nach Instandsetzung der Teile, von denen der Explosionsschutz abhängt, von einer zugelassen Überwachungsstelle oder von einer durch die Behörde anerkannte befähigte Person überprüft werden (§ 14 (6) BetrSichV, gilt für Deutschland).

Bei positiver Beurteilung wird durch die Überwachungsstelle bzw. durch die befähigte Person eine Prüfbescheinigung ausgestellt oder ein Prüfzeichen angebracht. Erst danach darf das Betriebsmittel wieder in Betrieb genommen werden. Diese Überprüfung kann entfallen, wenn die Reparatur vom Hersteller des Betriebsmittels durchgeführt und die Betriebsmittel danach einer erneuten Stückprüfung unterzogen wurde. Reparaturen und Änderungen an Geräten müssen nach EN 60079-19 durchgeführt werden.



EN 60079-19

Achtung!
Diese Norm gilt für die Instandsetzung von Geräten. Nationale Abweichungen beachten!

Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 19: Gerätereparatur, Überholung und Regenerierung

Diese Norm enthält allgemeine sowie zündschutzartspezifische Anforderungen an die Reparatur und Überholung.

In Fällen, in denen ein explosionsgeschütztes Betriebsmittel mehr als eine Zündschutzart enthält, müssen die Anforderungen an alle Zündschutzarten berücksichtigt werden. Sie stellt nicht nur eine Leitlinie für die praktischen Möglichkeiten der Aufrechterhaltung der Anforderungen an die elektrische Sicherheit und Arbeitsweise von reparierten Betriebsmitteln dar. Sie legt auch Verfahren fest für die Instandhaltung nach der Reparatur, Überholung oder Regenerierung, für die Einhaltung der Bestimmungen der Bauartzulassung oder der Bestimmungen der entsprechenden Normen zum Explosionsschutz - sofern kein Zertifikat vorliegt.

Definitionen:



Reparatur

Vorgang, bei dem der bestimmungsgemäße Zustand eines fehlerhaften Betriebsmittels in Übereinstimmung mit der entsprechenden Norm wiederhergestellt wird.

Überholung

Vorgang, bei dem der bestimmungsgemäße Zustand eines Betriebsmittels, das eine Zeit lang in Gebrauch oder gelagert war, aber nicht fehlerhaft ist, wiederhergestellt wird.

Instandhaltung

Planmäßige Vorgänge, die stattfinden, um den bestimmungsgemäßen Zustand des installierten Betriebsmittels zu erhalten.

Regenerierung

Möglichkeit der Reparatur, die z. B. die Entnahme oder Zufügung von Werkstoffen zur Regenerierung von beschädigten Bauteilen umfasst, damit der bestimmungsgemäße Zustand solcher Teile in Übereinstimmung mit der entsprechenden Norm wiederhergestellt wird.

Gerätereparatur, Überholung und Regenerierung nach EN 60079-19

Allgemeine Grundsätze

Vorausgesetzt, dass Reparaturen und Überholungen unter Verwendung bewährter technischer Lösungen durchgeführt werden, wird die Übereinstimmung des Betriebsmittels mit dem Zertifikat angenommen,

a) wenn bei einer Reparatur oder Überholung vom Hersteller vorgeschriebene Teile oder Teile, wie sie in den Zertifizierungsunterlagen beschrieben sind, verwendet werden;

b) das Betriebsmittel mit dem Zertifikat auch übereinstimmt, wenn Reparaturen oder Veränderungen am Betriebsmittel, genauso umfangreich wie in den Zertifizierungsunterlagen aufgeführt, durchgeführt werden.

Für den Fall, dass die Zertifizierungsunterlagen nicht verfügbar sind, muss die Reparatur oder die Überholung des Betriebsmittels nach dieser Norm und anderer(n) relevanter(n) Norm(en) durchgeführt werden. Werden Ausführungsarten der Reparatur oder Veränderung angewendet, die nicht dieser Norm entsprechen, ist es seitens der Hersteller und/oder der Zertifizierungsstelle notwendig festzustellen, ob das Betriebsmittel für die weitere Verwendung in einem explosionsgefährdeten Bereich geeignet ist. Der Instandsetzer des Betriebsmittels muss sicherstellen, dass die unmittelbar an der Reparatur und/oder Überholung des zertifizierten Betriebsmittels beteiligten Personen geschult, erfahren, qualifiziert, sachkundig sind und/oder bei dieser Arbeit beaufsichtigt werden. Geeignete Schulung und Bewertung muss von Zeit zu Zeit in Abständen, die von der Häufigkeit des Gebrauchs des Verfahrens oder der Qualifikation und von Veränderungen der Normen oder Richtlinien abhängen, durchgeführt werden. Normalerweise sollten die Abstände drei Jahre nicht überschreiten.

Identifizierung von reparierten Betriebsmitteln durch Kennzeichnung

Reparierte und überholte Betriebsmittel sind an einer sichtbaren Stelle auf dem Hauptteil zu kennzeichnen.

Die Kennzeichnung muss enthalten:

- ein festgelegtes Symbol;
- die Nummer der Norm "IEC 60079-19" oder des nationalen Äquivalents;
- den Namen des Instandsetzers oder dessen eingetragenes Warenzeichen und Betriebszertifizierung,
- das Datum der Überholung/Reparatur.

Austausch von Betriebsmitteln

An elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln (ausgenommen eigensicheren) in Räumen mit explosionsfähiger Atmosphäre darf unter den Gesichtspunkten des Explosionsschutzes nur dann gearbeitet werden, wenn sie spannungsfrei sind oder wenn von dem zuständigen Betriebsleiter ein Erlaubnisschein für Arbeiten mit Zündgefahren mit den erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen vorliegt und diese Sicherheitsmaßnahmen bereits durchgeführt sind.

Beim Austausch elektrischer Betriebsmittel ist auf den bestimmungsgemäßen Einsatz zu achten, also Temperaturklasse, Explosionsgruppe und Ex-Zone bzw. Gerätekategorie. Die erforderlichen Prüfbescheinigungen bzw. die Konformitätserklärung des Herstellers und die zugehörige Betriebsanleitung müssen vorliegen.

Bei Motoren der Zündschutzart Ex-e ist die tE Zeit zu beachten. Lampen sind nur durch solche zu ersetzen, die nach Leistung und Typ den Angaben auf der Leuchte entsprechen. Bei Sonderlampen sind nur solche zu verwenden, deren Kenn-Nummer auf dem Leistungsschild der Leuchte angegeben ist.

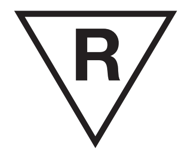
Nach Abschluss der Arbeiten müssen

- Kabelkanäle wieder mit Sand gefüllt oder gut belüftet und entwässert werden,
- Durchführungsöffnungen von Kabeln und Leitungen zu nicht-explosionsgefährdeten Bereichen wieder dicht verschlossen werden,
- nicht benutzte Kabel- und Leitungseinführungen an elektrischen Betriebsmitteln zuverlässig und gegen Selbstlockern gesichert verschlossen werden,
- die Verschraubungen von Kabeln und Leitungen dicht sein.

Symbole



Übereinstimmung mit der Zertifizierung und/oder der Herstellerspezifizierung

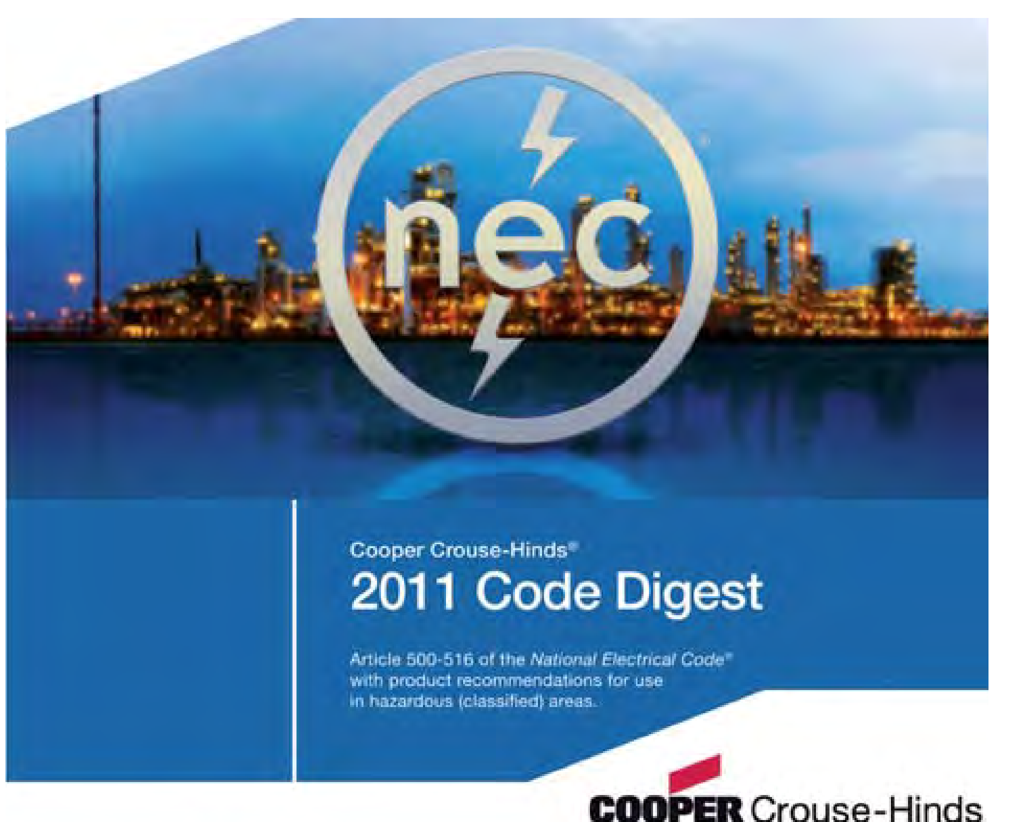


Übereinstimmung mit Normen, aber nicht mit den Zertifizierungsunterlagen

Definition der explosionsgefährdeten Bereiche und Anforderungen an explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel im Weltmarkt

Zusammenfassung der weltweit vorhandenen Explosionsschutzmaßnahmen, Normen, Kategorien und Klassifizierungen:

Auf dem Weltmarkt werden explosionsgefährdete Bereiche entweder nach der IEC Publikation IEC 60079-10 (in Europa EN 60079-10) oder nach dem amerikanischen NEC (National Electrical Code) in Bereiche unterschiedlichere Gefährdung unterteilt.





Nachstehend ein kurzer Überblick der NEC Anforderungen sowie ein Vergleich der Anforderungen/Festlegungen nach IEC (EN) und NEC.

Umfassende Informationen können dem aktuellen Crouse-Hinds Code Digest entnommen werden.

Diese Druckschrift kann auf der Homepage von Cooper Crouse-Hinds *„www.coopercrouse-hinds.com“ als PDF heruntergeladen werden.*

NEC:

Klassifizierung nach explosionsfähigem Medium:

- Class I - brennbare oder explosive Gas- und Dampf-Luftgemische
- Class II - brennbare Staub-Luftgemische
- Class III - leicht entflammbare Faser-Luftgemische

Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche:

Division 1

Bereiche in denen brennbare Gase oder Dämpfe vorhanden sein können:

- unter normalen Betriebsbedingungen,
- im Falle von Instandsetzungs- oder Wartungsarbeiten,
- bei Betriebsstörungen oder fehlerhafter Arbeitsweise an Apparaturen oder im Prozessablauf, wenn dabei gleichzeitig Störungen an elektrischen Betriebsmitteln verursacht werden können.

In der Class III gehören zur Division1 Bereiche, in denen Fasern oder Schwebstoffe in solchen Mengen vorhanden sein können, dass sie, aufgewirbelt, mit Luft ein zündfähiges Gemisch bilden können.

NEC Code Digest von Cooper Crouse-Hinds, USA

Grundlagen des Explosionsschutzes

Definition der explosionsgefährdeten Bereiche und Anforderungen an explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel im Weltmarkt

Division 2

Bereiche, in denen brennbare Gase, brennbare Dämpfe oder brennbare, leicht verdampfbare Flüssigkeiten verwendet, umgewandelt oder genutzt werden, die sich normalerweise in einem geschlossenen Systemen oder geschlossenen Behältern befinden, aus denen sie nur entweichen können beim Bersten der Behälter oder des Systems im Falle eines Unfalls oder bei einer Fehlfunktion der Betriebsmittel.

Beispiel:

In der Class I gehören zur Division 2 Räume, in denen sich Treibstofftanks befinden.

Einteilung explosionsfähiger Gemische in Gruppen

Gruppe A	Acetylen
Gruppe B	Wasserstoff
Gruppe C	Ethylen
Gruppe D	Propan
Gruppe E	Metallstaub
Gruppe F	Kohlenstaub
Gruppe G	Mehlstaub

Temperaturklassen (T-Codes):

T1	max.	450°C
T2	max.	300°C
T2A	max.	280°C
T2B	max.	260°C
T2C	max.	230°C
T2D	max.	215°C
T3	max.	200°C
3A	max.	180°C
T3B	max.	165°C
T3C	max.	160°C
T4	max.	135°C
T4A	max.	120°C
T5	max.	100°C
T6	max.	85°C

Vergleich NEC 500 zu NEC 505 (IEC/EN):

Gefahren Kategorien Gas-Gruppen:

Beispiele	NEC 500-503	NEC 505
Class I Gase und Dämpfe		
Acetylen	Gruppe A	Gruppe IIC
Wasserstoff	Gruppe B	Gruppe IIC
Ethylen	Gruppe C	Gruppe IIB
Propan	Gruppe D	Gruppe A
Class II Stäube		
Metallstaub	Gruppe E	
Kohlenstaub	Gruppe F	
Getreidestaub	Gruppe G	
Class III Fasern		
Holz, Papier	kleine Untergruppen der Stoffabteilung vorhanden	

Temperaturklassen

Maximale Oberflächentemperatur	IEC NEC® 505	NEC 500 - Tabelle 500.8 (C)
450°C (842°F)	T1	T1
300°C (572°F)	T2	T2
280°C (536°F)		T2A
260°C (500°F)		T2B
230°C (446°F)		T2C
215°C (419°F)		T2D
200°C (392°F)	T3	T3
180°C (356°F)		T3A
165°C (329°F)		T3B
160°C (320°F)		T3C
135°C (275°F)	T4	T4
120°C (248°F)		T4A
100°C (212°F)	T5	T5
85°C (185°F)	T6	T6

Leitfaden für den internationalen Einsatz von Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen

Fremdkörperschutzart IP-Code nach IEC 60529

ERSTE ZAHL
Schutz gegen Fremdkörper

0 - KEIN SCHUTZ

1- SCHUTZ GEGEN OBJEKTE GRÖSSER/GLEICH 50 mm

2 - SCHUTZ GEGEN OBJEKTE GRÖSSER/GLEICH 12,5 mm

3 - SCHUTZ GEGEN OBJEKTE GRÖSSER/GLEICH 2,5 mm

4 - SCHUTZ GEGEN OBJEKTE GRÖSSER/GLEICH 1,0 mm

5 - STAUB GESCHÜTZT

6 - STAUBDICHT



IP56

ZWEITE ZAHL
Schutz gegen Flüssigkeiten

0 - KEIN SCHUTZ

1 - SENKRECHT TROPFENDES WASSER

2 - AUS 75° BIS 105° TROPFENDES WASSER

3 - SPRITZWASSER

4 - SCHWALLWASSER

5 - STRAHLWASSER

6 - STARKES STRAHLWASSER

7 - DEFINIERTES EINTAUCHEN

8 - UNBEFRISTETES UNTERTAUCHEN

NEMA Gehäuseschutzarten

Gehäuse-schutzart	Vorgesehener Einsatz	entspricht IP Schutz*
1	Inneneinsatz, begrenzte Menge von Schmutzablagerungen	20
3	Außeneinsatz, Regen, Schneeregen, Staubverwirbelungen, äußerer Eisüberzug	55
3R	Außeneinsatz, Regen, Schneeregen, äußerer Eisüberzug	54
3S	Außeneinsatz, Regen, Schneeregen, Staubverwirbelungen, äußerer Mechanismus funktionsfähig bei Eisüberzug	55
4	Außen- und Inneneinsatz, Staub- und Regenverwirbelungen, Spritzwasser, Strahlwasser, äußerer Eisüberzug	56
4X	Außen- und Inneneinsatz, Staub- und Regenverwirbelungen, Spritzwasser, Strahlwasser, korrosionsbeständig, äußerer Eisüberzug	56
5	Inneneinsatz, durch die Luft getragener Staub, Schmutzablagerungen, nicht-korrosive Flüssigkeiten	53
6	Außen- und Inneneinsatz, gezieltes Strahlwasser, zeitweises Untertauchen, äußerer Eisüberzug	67
6P	Außen- und Inneneinsatz, gezieltes Strahlwasser, andauerndes Untertauchen, äußerer Eisüberzug	68
7**	Inneneinsatz, Class I, Division 1, Groups A, B, C, und D explosionsgefährdete Bereiche, “air-break equipment”	
8**	Außen- und Inneneinsatz, Class I, Division 1 Groups A, B, C, und D explosionsgefährdete Bereiche, ölgekapselte Geräte	
9**	Inneneinsatz, Class II, Division 1, Groups E, F, und G explosionsgefährdete Bereiche, “air-break equipment”	
10**	Bergbauanwendungen	
12	Inneneinsatz, umherfliegender Staub, herunterfallender Schmutz, tropfende, nicht-korrosive Flüssigkeiten	54
12K	Inneneinsatz, umherfliegender Staub, herunterfallender Schmutz, tropfende, nicht-korrosive Flüssigkeiten mit vorgestanzten Ausbruchstellen	54
13	Inneneinsatz, Flusen, Staub, Spritzwasser, Öl und nicht-korrosive Kühlmittel	54

* *NEMA Gehäuseschutzart kann in einen IP-Code übersetzt werden, jedoch IP-Codes dürfen nicht in NEMA Gehäuseschutzarten übersetzt werden (Ref. NEMA 250)*

** *Gehäuseanwendungen nur für den U.S. Markt (Ref. NEMA 250)*

Grundlagen des Explosionsschutzes

Leitfaden für den internationalen Einsatz von Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen: NEC/CEC Referenz

Typische NEC/CEC Produktkennzeichnung

NEC 500

Class I	Division 1	Groups A, B, C & D	T6	Class I	Zone 1

- Class I: Einteilung der Stoffe
- Division 1: Bereichsklassifizierung
- Groups A, B, C & D: Explosionsgruppen (Gas oder Staub)
- T6: Temperaturklasse
- Class I: Einteilung der Stoffe
- Zone 1: Bereichsklassifizierung
- Explosionsschutz Kennzeichen (Ex: IEC/ATEX/CEC, AEx: NEC)
- Zündschutzart
- Explosionsgruppe (Gas oder Staub Gruppe)
- Temperaturklasse

Klassifizierungen von explosionsfähigen Atmosphären (Gas und Staub)

Explosionsfähige Gemische	Typischer brennbarer Stoff	Nord Amerika NEC 500-503 / CEC 18 Einteilung der Stoffe	Explosionsgruppe	NEC 505*/CEC 18 Gas-Gruppe
Gase und Dämpfe	Acetylen	Class I	Group A	IIC
	Wasserstoff	Class I	Group B	IIC or IIB+H2
	Ethylen	Class I	Group C	IIB
	Propan	Class I	Group D	IIA
Staub	Metallstaub	Class II	Group E	-
	Kohlenstaub	Class II	Group F	-
	Getreidestaub	Class II	Group G	-
Fasern & Flusen	Holz, Papier, oder Baumwollverarbeitung	Class III	-	-

* NEC 505 deckt nur explosionsfähige Gase und Stäube ab.

Leitfaden für den internationalen Einsatz von Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen: NEC/CEC Referenz

NEC 505 / CEC 18



CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) veröffentlicht die Normen der Elektrotechnik für die Länder in Europa.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC), eine weltweite Organisation, erstellt und veröffentlicht internationale Normen der Elektrotechnik, der Elektronik und verwandter Gebiete.

NEMA (National Electrical Manufacturers Association)
Die NEMA 250 Normenserie für Gehäuseschutzarten deckt die Bereiche des explosionsgefährdeten und des nicht-explosionsgefährdeten Bereiches ab.

NEC – National Electrical Code (USA)
CEC – Canadian Electrical Code (Kanada)

Explosionsgefährdete Bereiche

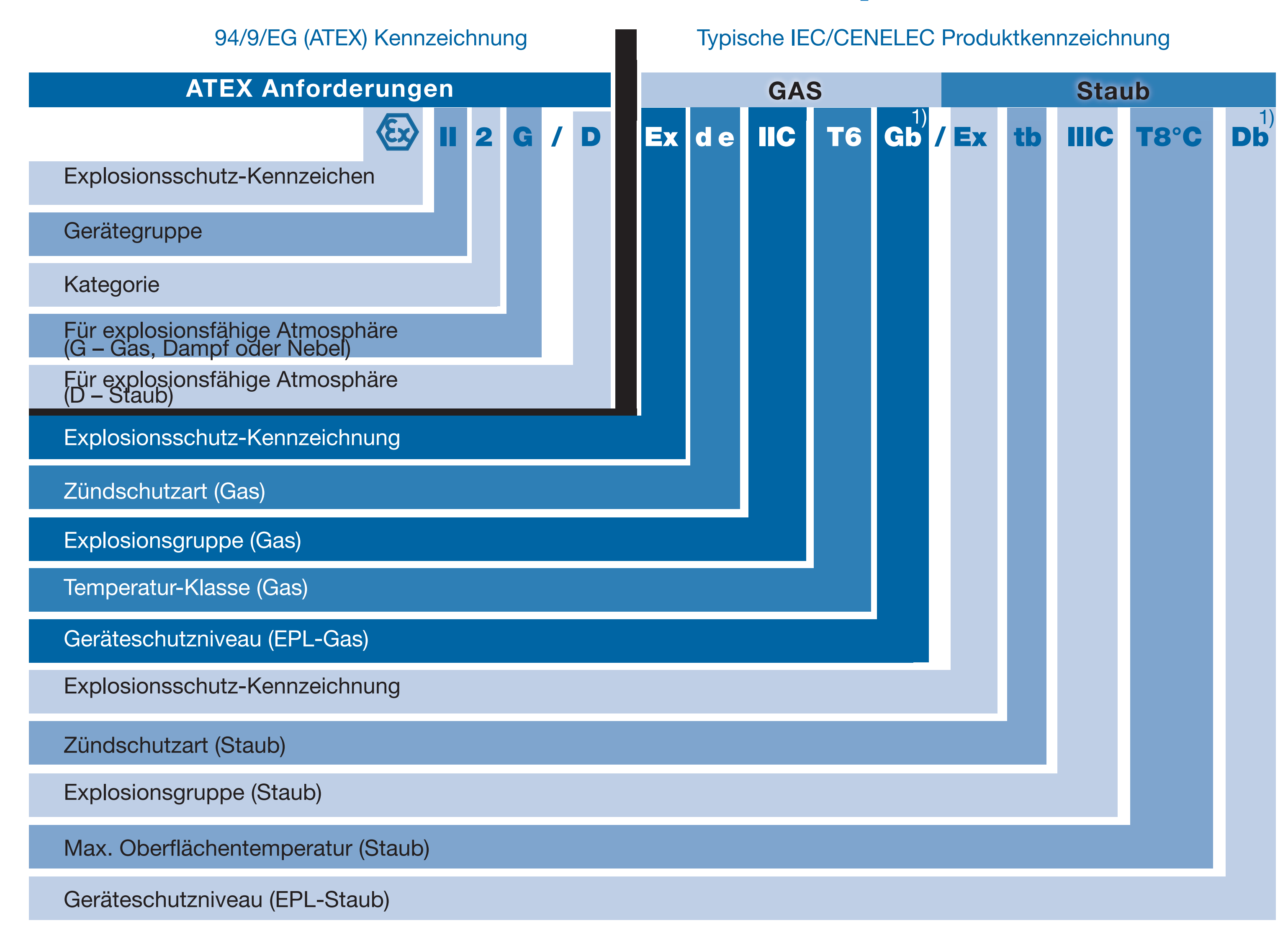
Nord Amerika/	**Dauerhaft explosionsgefährdet**	**Zeitweilig explosionsgefährdet**	**Explosionsgefährdet nur im Fehlerfall**
NEC 500-503/ CEC 18	Division 1	Division 1	Division 2
NEC 505-506/ CEC 18	Zone 0 (Zone 20 Staub)	Zone 1 (Zone 21 Staub)	Zone 2 (Zone 22 Staub)

Zündschutzarten im Explosionsschutz

Kennzeichen des Ex-Schutzes	Beschreibung der Schutzart	erlaubter Einsatz in Vereinigte Staaten NEC 500 Division	NEC 505 Zone	Kanada CEC 18 Division	CEC 18 Zone	Schutzartkonzept
e	Erhöhte Sicherheit	-	1, 2	-	1, 2	Keine Lichtbögen,
n	Nicht zündfähig	2	2	2	2	Funken oder heiße Oberflächen
d	Druckfeste Kapselung	-	1, 2	-	1, 2	Einschluss der Explo-
-	Explosionproof	1, 2	-	1, 2	-	sion, verhindern des
q	Sandkapselung	-	1, 2	-	1, 2	Flammdurchschlags
ia	Eigensicher	1, 2	0, 1, 2	1, 2	0, 1, 2	Begrenzung der Funkenenergie
ib	Eigensicher	-	1, 2	-	1, 2	und der Oberflächentemperatur
p	Überdruckkapselung (gespült)	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
m	Vergusskapselung	-	1, 2	-	1, 2	
o	Ölkapselung	2	1, 2	2	1, 2	

Grundlagen des Explosionsschutzes

Leitfaden für den internationalen Einsatz von Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen: ATEX/IEC Referenz



1) Standard Kennzeichnung - alternative Kennzeichnung möglich z.B.: **Ex db eb IIC T6**

Zonenklassifikation / Geräteschutzniveau

Explosions-fähiges Gemisch	Dauer der Anwesenheit des entzündlichen Gemisches	Zonen Klassifikation	Erforderliche Kennzeichnung für das Gerät gemäß 94/9/EG Gerätegruppe	Kategorie	gemäß IEC 60079-0 Gruppe	Geräteschutz-niveau EPL	Schutz Niveau
Gas Nebel Dampf	Ständig über lange Zeiträume oder häufig	Zone 0	II	1 G	II	Ga	sehr hoch
	Gelegentliches Auftreten	Zone 1	II	2 G	II	Gb	hoch
	Normalerweise nicht, wenn doch dann nur kurzzeitig	Zone 2	II	3 G	II	Gc	erhöht
Staub	Ständig über lange Zeiträume oder häufig	Zone 20	II	1 D	III	Da	sehr hoch
	Gelegentliches Auftreten	Zone 21	II	2 D	III	Db	hoch
	Normalerweise nicht, wenn doch dann nur kurzzeitig	Zone 22	II	3 D	III	Dc	erhöht
Methan Kohlenstaub		Bergbau	I	M1	I	Ma	sehr hoch
		Bergbau	I	M2	I	Mb	hoch

Leitfaden für den internationalen Einsatz von Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen: ATEX/IEC Referenz

Elektrische Zündschutzarten für explosionsfähige Atmosphären von brennbaren Gasen, Dämpfen und Nebeln

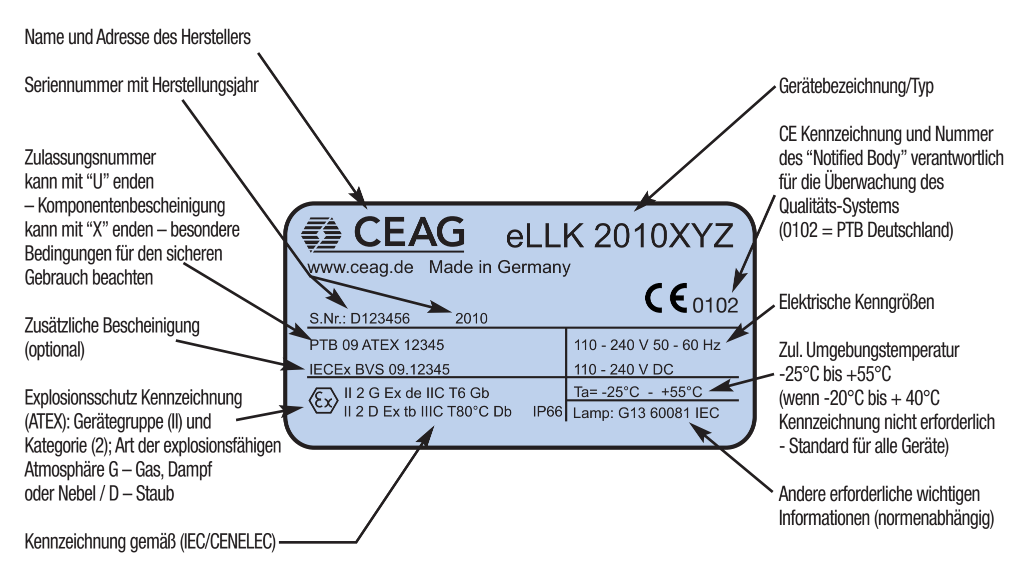
Kennz.	Schutzart	Zone	/ ATEX Kategorie	/ EPL	CENELEC /IEC Normen	Schutzart Konzept
-	Allgemeine Anforderungen				EN 60079-0 / IEC 60079-0	-
d	Druckfeste Kapselung	Zone 1 od. 2	/ 2 G	/ Gb	EN 60079-1 / IEC 60079-1	Einschluss der Explosion, verhind. des Flammdurchschlags
e	Erhöhte Sicherheit	Zone 1 od. 2	/ 2 G	/ Gb	EN 60079-7 / IEC 60079-7	Keine Lichtbögen, Funken oder heiße Oberflächen
ia	Eigensicherheit	Zone 0, 1 od. 2	/ 1G	/ Ga	EN 60079-11 / IEC 60079-11	Begrenzung der Funkenenergie und der Oberflächentemp.
ib	Eigensicherheit	Zone 1 od. 2	/ 2 G	/ Gb	EN 60079-11 / IEC 60079-11	Begrenzung der Funkenenergie und der Oberflächentemp.
ic	Eigensicherheit	Zone 2	/ 3 G	/ Gc	EN 60079-11 / IEC 60079-11	Begrenzung der Funkenenergie und der Oberflächentemp.
	Eigens. Systeme	Zone 1 od. 2	/ 2 G	/ Gb	EN 60079-25 / IEC 60079-25	Begrenzung der Funkenenergie und der Oberflächentemp.
	Eigens. Feldbus Systeme (FISCO)	Zone 1 od. 2	/ 2 G	/ Gb	EN 60079-27 / IEC 60079-27	Begrenzung der Funkenenergie und der Oberflächentemp.
	Nicht-funk. Feldbus Sys. (FNICO)	Zone 1 od. 2	/ 3 G	/ Gc	EN 60079-27 / IEC 60079-27	Begrenzung der Funkenenergie und der Oberflächentemp.
ma	Vergusskapselung	Zone 0, 1 od. 2	/ 1G	/ Ga	EN 60079-18 / IEC 60079-18	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
mb	Vergusskapselung	Zone 1 od. 2	/ 2 G	/ Gb	EN 60079-18 / IEC 60079-18	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
mc	Vergusskapselung	Zone 2	/ 3 G	/ Gc	EN 60079-18 / IEC 60079-18	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
nA	Nicht-funkendes Betriebsmittel	Zone 2	/ 3 G	/ Gc	EN 60079-15 / IEC 60079-15	Keine Lichtbögen, Funken oder heiße Oberflächen
nC	Umschlossenes Betriebsmittel	Zone 2	/ 3 G	/ Gc	EN 60079-15 / IEC 60079-15	Verhinderung des Flammdurchschlags
nR	Schwadensicheres Gehäuse	Zone 2	/ 3 G	/ Gc	EN 60079-15 / IEC 60079-15	Schutz durch Gehäuse
o	Ölkapselung	Zone 1 od. 2	/ 2 G	/ Gb	EN 60079-6 / IEC 60079-6	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
op is,	"Optische Strahlung"	Zone 0, 1 od. 2	/ 1 G, 2 G od. 3 G	/ Ga, Gb, Gc	EN 60079-28 / IEC 60079-28	Begrenzung oder Ausschluss der Strahlungsenergie
op pr, op sh	"Optische Strahlung"	Zone 1 od. 2	/ 2 G od. 3 G	/ Gb, Gc	EN 60079-28 / IEC 60079-28	Begrenzung oder Ausschluss der Strahlungsenergie
px, py	Überdruckkapselung	Zone 1 od. 2	/ 2 G	/ Gb	EN 60079-2 / IEC 60079-2	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
pz	Überdruckkapselung	Zone 2	/ 3 G	/ Gc	EN 60079-2 / IEC 60079-2	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
q	Sandkapselung	Zone 1 od. 2	/ 2 G	/ Gb	EN 60079-5 / IEC 60079-5	Verhinderung des Flammdurchschlags

Elektrische Zündschutzarten für explosionsfähige Atmosphären von brennbaren Stäuben

Kennz.	Schutzart	Zone	/ ATEX Kategorie	/ EPL	CENELEC /IEC Norm	Schutzart Konzept
-	Allgemeine Anforderungen				EN 60079-0 / IEC 60079-0	-
ia	Eigensicherheit	Zone 20, 21, 22	/ 1 D	/ Da	EN 61241-11 / IEC 61241-11	Begrenzung der Oberflächentemperatur
ib	Eigensicherheit	Zone 21, 22	/ 2 D	/ Db	EN 61241-11 / IEC 61241-11	Begrenzung der Oberflächentemperatur
ma	Vergusskapselung	Zone 20, 21, 22	/ 1 D	/ Da	EN 60079-18 / IEC 60079-18	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
mb	Vergusskapselung	Zone 21 od. 22	/ 2 D	/ Db	EN 60079-18 / IEC 60079-18	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
mc	Vergusskapselung	Zone 22	/ 3 D	/ Dc	EN 60079-18 / IEC 60079-18	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
p	Überdruckkapselung	Zone 21 od. 22	/ 2 D	/ Db	EN 61241-4 / IEC 61241-4	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
t	Schutz durch Gehäuse	Zone 20, 21, 22	/ 1 D, 2 D od. 3 D	/ Ga, Gb, Gc	EN 60079-31 / IEC 60079-31	Ausschluss der Ex-Atmosphäre und heißer Oberflächen

Explosionsgruppen

Explosionsfähige Atmosphäre	Typischer brennbarer Stoff	Gruppe
Gase und Dämpfe	Acetylen	IIC
	Wasserstoff	IIC oder IIB+H2
	Ethylen	IIB
	Propan	IIA
Staub	Metallstaub	IIIC
	Kohlenstaub	IIIC
	Getreidestaub	IIIB
Fasern & Flusen	Holz, Papier, oder Baumwollverarbeitung	IIIA



IP-Schutzarten

Die IP-Schutzarten sind nach EN 60529 (Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutz) definiert:

Schutzgrade gegen feste Fremdkörper, bezeichnet durch die erste Kennziffer

Erste Kennziffer	Schutzgrad Kurzbeschreibung	Definition
0	Nicht geschützt	–
1	Geschützt gegen feste Fremdkörper 50 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 50 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen *)
2	Geschützt gegen feste Fremdkörper 12,5 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 12,5 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen *)
3	Geschützt gegen feste Fremdkörper 2,5 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, 2,5 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen *)
4	Geschützt gegen feste Fremdkörper 1 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, 1 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen *)
5	Staubgeschützt	Eindringen von Staub ist nicht vollständig verhindert, aber Staub darf nicht in einer solchen Menge eindringen, dass das zufriedenstellende Arbeiten des Gerätes oder die Sicherheit beeinträchtigt wird.
6	Staubdicht	Kein Eindringen von Staub

*) Anmerkung: Der volle Durchmesser der Objektsonde darf nicht durch eine Öffnung des Gehäuses hindurchgehen.

Schutzgrade gegen Wasser, bezeichnet durch die zweite Kennziffer

Kennziffer	Schutzgrad Kurzbeschreibung	Definition
0	Nicht geschützt	–
1	Geschützt gegen Tropfwasser	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädliche Wirkung haben.
2	Geschützt gegen Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben, wenn das Gehäuse um einen Winkel bis zu 15° beiderseits der Senkrechten geneigt ist.
3	Geschützt gegen Sprühwasser	Wasser, das in einem Winkel bis zu 60° beiderseits der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädliche Wirkung haben.
4	Geschützt gegen Spritzwasser	Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädliche Wirkung haben.
5	Geschützt gegen Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädliche Wirkungen haben.
6	Geschützt gegen starkes Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als starker Strahl gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädliche Wirkung haben.
7	Geschützt gegen die Wirkungen beim zeitweiligen Untertauchen in Wasser	Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse unter genormten Druck- und Zeitbedingungen zeitweilig in Wasser untergetaucht ist.
8	Geschützt gegen die Wirkungen beim dauernden Untertauchen in Wasser	Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse dauernd unter Wasser getaucht ist unter Bedingungen, die zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden müssen. Die Bedingungen müssen jedoch schwieriger sein als für Kennziffer 7.

Richtlinien und Normen

Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV	Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes
DIN 19 234	Messen, Steuern, Regeln; Elektrische Meßwertaufnehmer; Elektrische Wegfühler und Schaltverstärker für eigensichere Zweileiter-Gleichstromsysteme
EN 1010-1: 2004	Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsanforderungen an Konstruktion und Bau von Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen - Teil 1: Gemeinsame Anforderungen
EN 1010-2: 2006	Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsanforderungen an Konstruktion und Bau von Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen - Teil 2: Druck- und Lackiermaschinen einschließlich Maschinen der Druckvorstufe
EN 1127-1	Explosionsfähige Atmosphären - Explosionsschutz Teil 1: Grundlagen und Methodik.
EN 13463-1:2001	Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 1: Grundlagen und Anforderungen
EN 13463-2:2004	Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 2: Schutz durch schwadenhemmende Kapselung 'fr'
EN 13463-3:2005	Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 3: Schutz durch druckfeste Kapselung 'd'
EN 13463-5:2003	Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 5: Schutz durch Konstruktive Sicherheit "c"
EN 13463-6:2005	Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 6: Schutz durch Zündquellenüberwachung "b"
EN 13463-8:2003	Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen - Teil 8: Schutz durch Flüssigkeitskapselung 'k'
EN 50014 bis EN 50020	Zündschutzarten für elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche

Grundlagen des Explosionsschutzes

Richtlinien und Normen

EN 50281-1-2	Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub - Teil 1-2: Elektrische Betriebsmittel mit Schutz durch Gehäuse Auswahl, Errichten und Instandhaltung
EN 50495	Sicherheitseinrichtungen für den sicheren Betrieb von Geräten im Hinblick auf Explosionsgefahren
EN 60079-0	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 0: Geräte – Allgemeine Anforderungen
EN 60079-1	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 1: Geräteschutz durch druckfeste Kapselung „d“
EN 60079-10	Geräte – Allgemeine Anforderungen Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 10-1: Einteilung der Bereiche – Gasexplosionsgefährdete Bereiche Teil 10-2: Einteilung der Bereiche – Staubexplosionsgefährdete Bereiche
EN 60079-11	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit "i"
EN 60079-14	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen
EN 60079-15	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 15: Geräteschutz durch Zündschutzart "n“
EN 60079-17	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen
EN 60079-18	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 18: Geräteschutz durch Vergusskapselung "m"
EN 60079-19	Explosionsgefährdete Bereiche - Teil 19: Gerätereparatur, Überholung und Regenerierung
EN 60079-2	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 2: Geräteschutz durch Überdruckkapselung "p"
EN 60079-25	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 25: Eigensichere Systeme
EN 60079-26	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 26: Betriebsmittel mit Geräteschutzniveau (EPL) Ga

Richtlinien und Normen

EN 60079-27	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 27: Konzept für eigensichere Feldbussysteme (FISCO)
EN 60079-28	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 28: Schutz von Einrichtungen und Übertragungssystemen, die mit optischer Strahlung arbeiten
EN 60079-30-1	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 30-1: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Allgemeine Anforderungen und Prüfanforderungen
EN 60079-31	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 31: Geräte-Staubexplosionsschutz durch Gehäuse "t"
EN 60079-5	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 5: Geräteschutz durch Sandkapselung "q“
EN 60079-6	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 6: Geräteschutz durch Ölkapselung "o“
EN 60079-7	Explosionsfähige Atmosphäre - Teil 7: Geräteschutz durch erhöhte Sicherheit "e"
EN 61241-11	Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub - Teil 11: Schutz durch Eigensicherheit "iD"
EN 61241-18	Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub - Teil 18: Schutz durch Vergusskapselung "mD"
EN 61241-4	Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub - Teil 4: Zündschutzart "pD"
Explosionsschutzverordnung - 11. ProdSV	Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz
IEC 60061-1	Lampensockel und -fassungen sowie Lehren zur Kontrolle der Austauschbarkeit und Sicherheit - Teil 1: Lampensockel
IEC 60064	Glühlampen für den Hausgebrauch und ähnliche allgemeine Beleuchtungszwecke - Anforderungen an die Arbeitsweise
IEC 60079-13	Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 13: Schutz von Einrichtungen durch einen überdruckgekapselten Raum „p”
IEC 60081	Zweiseitig gesockelte Leuchtstofflampen - Anforderungen an die Arbeitsweise

Richtlinien und Normen

IEC 60432-1	Glühlampen Sicherheitsanforderungen - Teil 1: Glühlampen für den Hausgebrauch und ähnliche allgemeine Beleuchtungszwecke
IEC 60529	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)
IEC 60947	Niederspannungsschaltgeräte
IEC TR 60079-20	Kenndaten von brennbaren Gasen und Dämpfen in bezug auf die Verwendung von elektrischen Betriebsmitteln
Rahmenrichtlinie 89/391/EWG	Richtlinie 89/391/EWG des Rates über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit
Richtlinie 1999/5/EG	Richtlinie 1999/5/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 1999 über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen und die gegenseitige Anerkennung ihrer Konformität
Richtlinie 1999/92/EG	Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können (Fünfzehnte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)
Richtlinie 2004/108/EG	Richtlinie 2004/108/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit und zur Aufhebung der Richtlinie 89/336/EWG
Richtlinie 2006/42/EG	Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)
Richtlinie 2006/95/EG	Richtlinie 2006/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen

Richtlinien und Normen

Richtlinie 67/548/EWG	Richtlinie 67/548/EWG vom 27.06.1967 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe
Richtlinie 76/117/EWG	Richtlinie 76/117/EWG des Rates vom 18. Dezember 1975 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in explosibler Atmosphäre
Richtlinie 79/196/EWG	Richtlinie 79/196/EWG des Rates vom 6. Februar 1979 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in explosibler Atmosphäre, die mit bestimmten Zündschutzarten versehen sind
Richtlinie 90/396/EWG	Richtlinie 90/396/EWG des Rates vom 29. Juni 1990 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Gasverbrauchseinrichtungen
Richtlinie 92/104/EWG	Richtlinie 92/104/EWG des Rates vom 3. Dezember 1992 über Mindestvorschriften zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer in übertägigen oder untertägigen mineralgewinnenden Betrieben
Richtlinie 92/91/EWG	Richtlinie 92/91/EWG des Rates vom 3. November 1992 über Mindestvorschriften zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer in den Betrieben, in denen durch Bohrungen Mineralien gewonnen werden
Richtlinie 94/9/EG	Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen
Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)	TRBS 1111, TRBS 1112, TRBS 1123, TRBS 1201, TRBS 1203, TRBS 2152, TRBS 2153

Grundlagen des Explosionsschutzes

Senator-Schwartz-Ring 26
D-59494 Soest/Germany

Druckschrift Nr. 300 8000 1213/6/07.13/
Printed in the Federal Republic of Germany



Eaton's Crouse-Hinds Business

Sicherheit, auf die Sie sich verlassen können.

Das gesamte Produktspektrum explosionsgeschützter- und industrieller Produkte finden Sie auf www.crouse-hinds.de.

U.S. (Hauptsitz):
Eaton's Crouse-Hinds Business

1201 Wolf Street
Syracuse, NY 13208

Tel +1 (866) 764-5454
FAX +1 (315) 477-5179
FAX Orders Only:
+1 (866) 653-0640

CrouseCustomerCTR@eaton.com

Weitere Informationen
Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an einen autorisierten Eaton Distributor, eines unserer Verkaufsbüros oder an unsere Kundenbetreuung.

Australien
Tel +61-2-8787-2777
Fax +61-2-9609-2342
crousehindsanz@eaton.com

China
Tel +86-21-2899-3600
Fax +86-21-2899-4055
ECHsales@eaton.com

Großbritanien
Tel +44-247-630-89 30
Fax +44-247-630-10 27
sales5@eaton.com

Indien
Tel +91-124-4683888
Fax +91-124-4683899
cchindia@eaton.com

Kanada
Toll Free +1-800-265-0502
Fax +1-800-263-9504
Fax orders only:
+1-866-653-0645

Korea
Tel +82-2-3484-6783
Fax +82-2-3484-6778
CCHK-sales@eaton.com

Mexico/Latin Amerika/ Karibik
Tel +52-555-804-4000
Fax +52-555-804-4020
ventascentromex@eaton.com

Spanien
Tel +34-9-37362710
Fax +34-9-37835055
sales.CCH.es@
cooperindustries.com

Middle East (Dubai)
Tel +971-4-427-2522 / 2500
Fax +971-4-429-8521
CHMEsales@eaton.com

Niederlande
Tel +31-10-2452145
Fax +31-10-2452121
CHRD_mail@eaton.com

Norwegen
Tel +47-32-244600
Fax +47-32-244646
CHLIoffice@eaton.com

Singapore:
Tel +65-6645-9888
Fax +65-6297-4819
CHSI-Sales@eaton.com

Türkei
Tel +90-216-464-20-20
Fax +90-216-464-20-10
infoEGTurkey@eaton.com

Russland
Tel +7-495 510-24-27
Fax +7-495 510-24-28
info@cooper.ru.com
www.cooper-russia.ru

Eaton's Crouse-Hinds Business
Neuer Weg – Nord 49
D-69412 Eberbach

Tel +49 (0) 6271/806-500
Fax +49 (0) 6271/806-476
E-mail info-ex@eaton.com
Internet www.crouse-hinds.de

Eaton
1000 Eaton Boulevard
Cleveland, OH 44122
United States
Eaton.com



EATON
Powering Business Worldwide

Printed in Germany
Publication No. BR 300 8000 1213
May 2013

Eaton's Crouse-Hinds Business
1201 Wolf Street
Syracuse, NY 13208
+1-866-764-5454
CrouseCustomerCTR@Eaton.com